

內分泌系統造影作業及體內分析簡介

高雄榮總 核子醫學科

蘇詩琪 放射師

內分泌系統造影項目

- ❑ I-131 Whole Body scan, 碘-131全身性攝影
- ❑ I-131 Thyroid Uptake 24-hr, 碘-131甲狀腺24小時攝取量測定
- ❑ I-131 Thyroid Uptake and Scan, 碘-131甲狀腺攝取量測定與造影

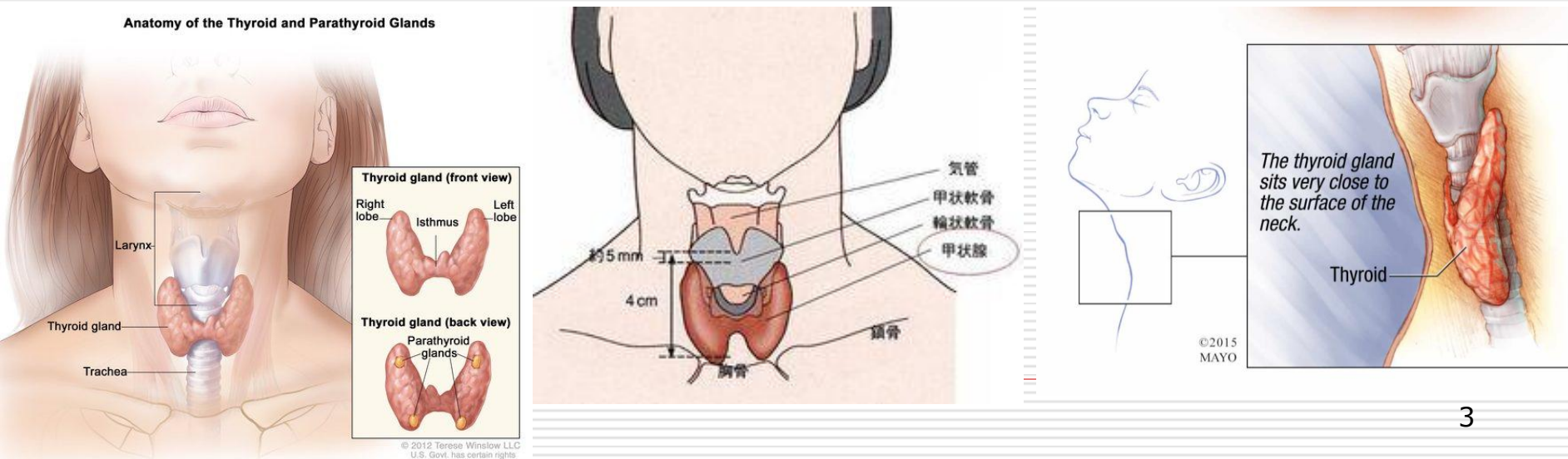
- ❑ Tc-99m Thyroid Scan, 鎝-99m甲狀腺造影

- ❑ Parathyroid scan, 副甲狀腺造影

- ❑ NP-59 adrenal scan, NP-59腎上腺攝影
- ❑ MIBG adrenal scan, MIBG腎上腺攝影

甲狀腺

- **甲狀腺**是製造**甲狀腺素**的內分泌器官，它的形狀就像一隻蝴蝶，從前方緊貼著氣管，分為左右兩葉，中間連結部稱為峽部。正常人甲狀腺約重十五到二十公克，長度四到五公分，寬三公分，厚約二公分，是身體內最大的內分泌器官。
- **副甲狀腺**一般是四個像豆般大的腺體，藏於頸部甲狀腺的後面，也有些人的副甲狀腺埋於甲狀腺、胸腺或胸部等。副甲狀腺的功能是調節血液中的鈣及磷的濃度。其他位置，雖然位置會有不同，但功能一般是正常的，以維持血液中鈣與磷的適當平衡。血液中鈣離子的濃度對副甲狀腺的分泌，具有迴饋控制的作用。



碘是甲狀腺**合成甲狀腺素**的主要原料， **^{131}I** 能被甲狀腺攝取和積聚，被攝取的量和用以合成甲狀腺素的速度與甲狀腺功能有關

□ 甲狀腺素合成的五大步驟：

1. Trapping(捕捉)：

甲狀腺捕捉食物中的碘化物(I^-)

2. Oxidation(氧化)：

氧化酵素將碘化合物氧化成高活性碘分子(I_2)

3. Organification(有機化)：

I_2 與Tyrosine(酪氨酸)產生碘化作用形成MIT(monoiodotyrosine, 單碘酪氨酸), 及DIT(diiodotyrosine, 雙碘酪氨酸)。

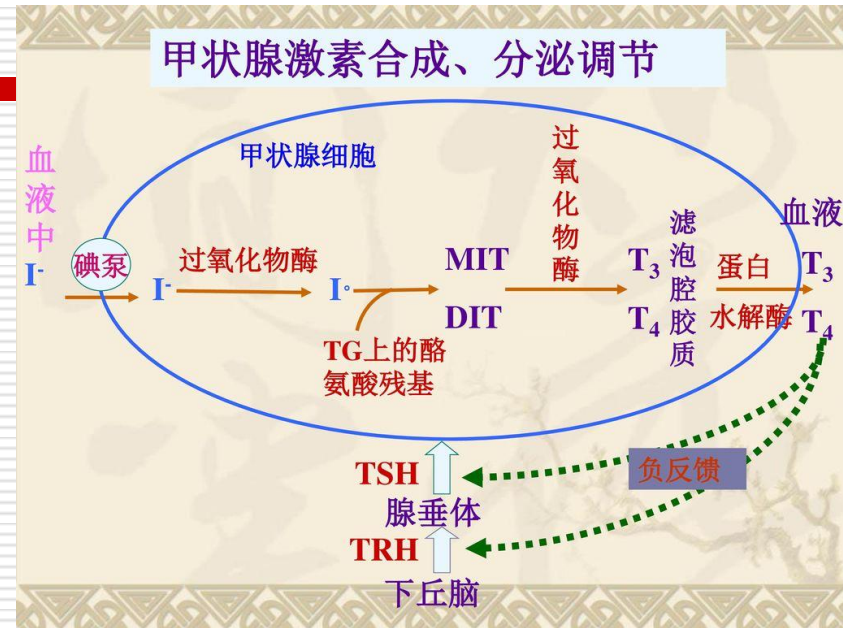
4. Condensation or coupling(濃縮、組合)：

$\text{MIT} + \text{DIT} \rightarrow \text{T}_3$, $\text{DIT} + \text{DIT} \rightarrow \text{T}_4$

T_3 和 T_4 會和儲存在濾泡細胞空腔的甲狀腺球蛋白(TGB)結合

5. Release(釋放)：

經酵素水解，使甲狀腺激素與球蛋白分開，釋放到血液中，而在血液中90%的 T_4 會和甲狀腺球蛋白(TGB)結合。 T_4 分泌量超過 T_3 ，但 T_3 作用強度為 T_4 的3~4倍以上。



常見甲狀腺疾病

□ 甲狀腺機能亢進 (Hyperthyroidism)

即甲狀腺功能過旺盛，不按身體的實際需要，大量分泌甲狀腺

Ex: Grave's disease

□ 甲狀腺機能低下症 (Hypothyroidism)

甲狀腺官能不足，嗜睡，體重增加，懼冷

Ex: 呆小病 (Cretinism 克汀病)、黏液性水腫

□ 甲狀腺腫 (俗稱大頸泡) Simple Goiter

整個甲狀腺是均勻地普遍肥大，但其功能是正常的，即甲狀腺素分泌是正常

□ 甲狀腺炎 Thyroiditis

由病原菌感染使甲狀腺感染而發炎

□ 甲狀腺癌

甲狀腺機能亢進		甲狀腺機能低下
眼睛變大 喉嚨容易乾渴	頭部	思考減退、記憶力減退、聲音沙啞
易熱、容易出汗 手腳無力	全身	怕冷、容易疲倦 體重增加
心跳加快	心臟	脈搏減弱
食欲增加 容易腹瀉	腹部	容易便秘
煩躁不安 容易激動	精神	嗜睡
低密度脂蛋白 膽固醇值變高	血液	低密度脂蛋白 膽固醇值變高

甲狀腺癌之分類

- ❑ **乳突癌 (Papillary Thyroid Carcinoma)**：最常見的甲狀腺癌，佔甲狀腺癌的80%，通常腫瘤生長緩慢，但診斷時約30病人已經有頸部淋巴結轉移，約30%的乳突癌為多發性(甲狀腺中有兩處以上的甲狀腺癌)。
- ❑ **濾泡癌 (Follicular Carcinoma)**：佔甲狀腺癌約15%，通常為單一顆，比較容易經由血液轉移到遠處的器官，淋巴結轉移的患者約占10%。
- ❑ **Hurthle細胞癌 (Hurthle Cell Carcinoma)**：約占甲狀腺癌的5%，其惡性度比乳突癌和濾泡癌稍高，又稱為oncocytic carcinoma。
- ❑ **髓質癌 (Medullary Carcinoma)**：由濾泡旁的C細胞產生癌變致，佔甲狀腺癌的比例少於5%，部分病人有家族病史，惡性度較上述甲狀腺癌更高。
- ❑ **未分化癌 (Anaplastic Carcinoma)**：約占的佔1%，多發生於有年長的老人，經常快速惡化、為預後極差的癌症，癌症在發現時，常常已無法做根治性的手術。對於化學藥物治療和放射線治療的效果也不好。
- ❑ **淋巴癌 (Thyroid Lymphoma)**：主要為非何杰金淋巴癌 (non-Hodgkin lymphoma)。
- ❑ **轉移癌**：轉移至甲狀腺的癌症，以肺癌為最常見。

甲狀腺癌治療

- **手術**通常是治療甲狀腺癌的第一步，以儘量切除癌組織為主，除少數局限性且分化良好的甲狀腺癌可考慮只做甲狀腺患側單葉切除，大多數患者甲狀腺應**儘量全部切除**。手術治療的合併症包括：返喉神經受傷引起聲音沙啞、甲狀腺風暴(目前已少見)及副甲狀腺功能低下症(引起血鈣過低，副甲狀腺功能低下症可能只是暫時性的，也可能是永久性的)。做完甲狀腺全切除術後，數週後會給患者吃中等劑量的碘131來消除手術後留下來的甲狀腺組織(包括良性和惡性的組織)。之後會安排碘131全身掃描來看看還有沒有殘留的甲狀腺組織或惡性腫瘤(此時大多可在頸部看見正常甲狀腺殘留組織的影像)。做完掃描之後就可開始每天口服甲狀腺素，讓身體由甲狀腺功能不足的情形逐漸恢復，並產生對腫瘤抑制的效果，甲狀腺素須終身服用。對於淋巴轉移或局部復發的患者，手術仍是最佳的選擇。
- 一般而言，**放射性碘治療對乳突癌及濾泡癌等分化較好的腫瘤較有效**，若其甲狀腺無法完全切除、為多發性病變、或癌細胞已侵犯周邊組織或遠處轉移時，皆應接受高劑量的原子碘治療。要注意的是放射性碘治療前，要先停用甲狀腺素並採低碘飲食四星期。若患者無法忍受停用甲狀腺素三至四週，目前已有基因工程合成的甲促素，可供注射使用。至於**放射性碘治療併發症較常見的有腮腺炎和甲狀腺發炎**，有時甚至會引起甲狀腺機能亢進。肺纖維化或嚴重的血液疾病，只有在使用大劑量的放射性碘後方會發生。對於極惡性的未分化癌或因癌症轉移骨頭導致劇痛的甲狀腺癌，由於其對放射性碘反應不良或全無反應，可嘗試使用電療來破壞、殺傷癌組織，以減緩癌細胞的生長及減輕痛楚。至於化學療法，一般來說，對甲狀腺癌的治疗效果有限，故較少採用。

甲狀腺癌治療

甲狀腺切除

1. 甲狀腺全切除
2. 近甲狀腺全切除
3. 小部分甲狀腺切除

放射碘治療

Dose range : 100~200mCi

長期追蹤

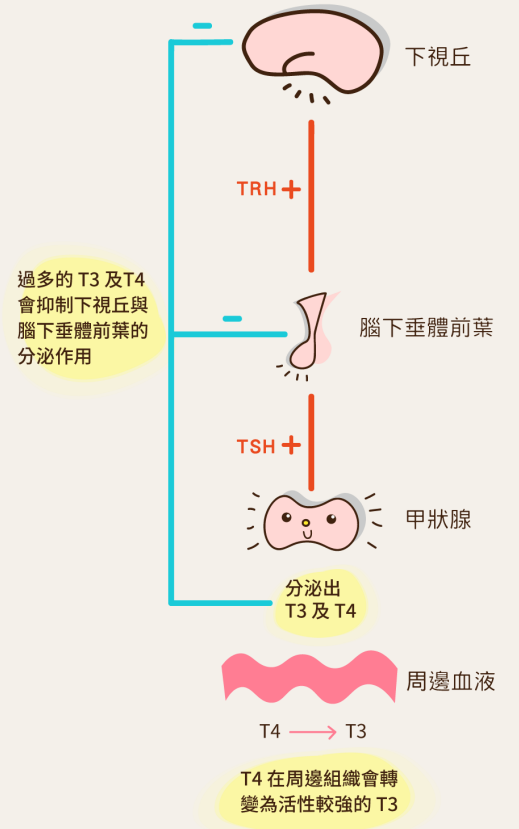
1. 抽血：甲狀腺球蛋白Tg
2. 放射科：頸部超音波
3. 核醫科：I-131全身掃描/正子掃描

放射碘(I-131)治療

- 因甲狀腺組織具有高度選擇性攝取和累積碘的能力，分化型甲狀腺癌(甲狀腺濾泡癌Follicular ca.及甲狀腺乳突狀癌Papillary ca.)及其轉移病灶具有一定的攝取I-131能力，因此在給予大劑量I-131之後利用I-131所發射的足量核種射線對癌組織進行集中照射，從而破壞癌組織，達到治療效果
- 口服(膠囊可避免污染)I-131 NaI (30mCi以上需隔離治療)，7~14 天後全身掃描，利用β粒子(Emax:0.61MV)使細胞萎縮抑制癌細胞擴散
- I-131 治療甲狀腺癌(一般會給到100~200 mCi 左右，視病情狀況而有所增減)，因輻射防護的必要，必須住院隔離

甲狀腺素生理機轉

放射碘來治療之前，必須先想辦法提升體內TSH的濃度，以增加甲狀腺腫瘤細胞攝取放射碘的能力，根據甲狀腺的負回饋系統作用，體內的T3或T4的濃度越高，TSH的濃度就會越低，因此在進行治療之前，必須先停用甲狀腺素levothyroxine(T4)最少4個星期，而triiodothyronin(T3)至少2個星期以上，這樣才能讓TSH的濃度提升到30 mU/L以上，但若使用人工合成TSH (rhTSH,thyrogen)的話，就不用停止服用T3或者是T4，這對於一些因為甲狀腺切除後又不吃甲狀腺素所引起的嚴重甲狀腺功能低下患者，或者是一些年長且患有心血管疾病的人來講，在要接受放射碘的腫瘤追蹤或是治療上都有相當的幫助。



放射碘治療併發症可以分為前期和後期

EANM 2008 Guidelines for radioiodine therapy of differentiated thyroid cancer

前期副作用	發生率
放射線誘導甲狀腺炎（腫漲感、疼痛不適感）	10 - 20%
腫瘤腫脹不適感	10 - 20%
唾液腺炎	30%
胃炎	30%
骨髓抑制（血小板低下/白血球低下）	發生率取決於治療活度劑量
口乾症/齶齒	
味覺、嗅覺異常	
噁心、嘔吐	
精液減少症	
後期副作用	
放射線誘導肺部纖維化	肺部轉移發生率<1%
第二原發腫瘤（續發腫瘤）（白血病、實質固態瘤）	<1%
永久骨髓抑制	罕見
慢性精液減少症 或 無精症	治療活度劑量<14 GBq時極為罕見
更年期提早	
慢性 唾液腺炎 、口乾、味覺、嗅覺異常	10 - 20%，發生頻率隨治療次數增加
慢性乾眼症	罕見

- I-131 在體內的uptake在6小時可到達12%，而24小時則為7~30%，24小時以內會經由尿液(最多)以及糞便(次之)排出

□ 適應症及轉移症狀

- 甲狀腺功能亢進, 甲狀腺癌, 轉移性骨痛緩解(前列腺癌, 乳癌)
- 原發甲狀腺癌殘餘組織或頸部淋巴結節轉移: 100mCi
- 肺臟轉移: 150mCi
- 骨骼系統轉移: 200mCi
- Dose range : 100~200mCi

□ 術後三個月內檢查血中T4, TSH以及甲狀腺球蛋白濃度

□ 甲狀腺球蛋白(TG)是作為分化良好型及是否復發指標。

服用碘的注意事項

- ❑ Breastfeeding/lactation (停止哺乳:6-8星期)
- ❑ Pregnancy (避孕:至少6個月)

- ❑ 含碘藥物及食物
- ❑ T3(triiodothyronine) (停止服用2週)
- ❑ T4(Levo thyroxine) (停止服用4~6週)
- rhTSH (第1-2天IM給藥，第3天口服¹³¹I)
- ❑ Low iodine diet: avoid kelp/seafood (1-2星期)
- ❑ Amiodarone (需停3-6個月,至少3個月)
- ❑ Multivitamin (需停1星期)
- ❑ Lugol's solution, SSKI, Topical iodine, Expectorant (需停2星期)
- ❑ Contrast agent (IV至少需停1個月, Oral至少需停3個月)

附表：放射線檢查後建議暫停哺餵母乳時間參考

「X光檢查」：一般 X 光檢查並不會有影響。只需參考檢查單位所給予的衛教資訊即可。

「核子醫學檢查」：由於核子醫學檢查結束後，體內的放射性核醫藥物仍需要一些時間排出，因此建議您能依照檢查單位所給予的衛教資訊指示或向臨床專業人員做進一步的洽詢。除了在檢查前預存母乳冰棒，在哺餵方式上也應盡量以瓶餵代替親餵，避免檢查後將嬰兒抱在懷中哺乳。我們為您彙整了「英國放射性物質的管理諮詢委員會 (UKARSAC)」與「美國核醫學會 (USASNM)」對一些常見核醫檢查相關「暫停哺餵母乳時間」整理如下：

放射性核醫藥物	暫停哺餵母乳時間
Tc-99 類的腎功能與腎臟相關檢查	暫停 4 小時
其他 Tc-99 類檢查 (給予活度小於 20 毫居里)	暫停 12 ~ 18 小時
其他 Tc-99 類檢查 (給予活度在 20 毫居里以上)	暫停 24 ~ 48 小時
Ga-67 類相關檢查	停止哺乳三週
Tl-201 類相關檢查	停止哺乳三週
I-123 類相關檢查	暫停 21 ~ 27 小時
I-125 體內檢查 \ I-131 類相關檢查	停止哺乳
正子檢查：使用 Rb-82 \ O-15 類的核醫藥物	避免檢查後立即親餵即可
正子檢查：使用 C-11 \ N-13 \ F-18 類的核醫藥物	暫停 6 小時

註一：「暫停哺餵母乳時間」亦即此時間內產出的母乳不可餵食，可直接倒入馬桶沖掉。

註二：「暫停哺餵母乳時間」為建議值，與母體攝取效率、給予劑量、核醫藥物體內分佈特性有關，您若有相關疑問可向臨床專業人員諮詢。

註三：ARSAC 限制標準較嚴格是因為以限制新生兒由母乳中接受之輻射劑量少於 1 毫西弗為基準。

補充：暫停哺乳時間

出處：原能會醫療院所輻射安心手冊(106年6月第3版)

I-131 Whole Body Scan (碘-131 全身造影檢查)

- I-131 Whole Body Scan (碘-131 全身造影檢查):偵測仍具有功能的甲狀腺殘餘組織的存在和其分佈範圍,以及功能性甲狀腺癌的存在和定位。
- 在檢查當天會先請您**口服**定量之放射性碘藥物,並約定時間請您回來作造影。
- 特殊注意事項:
 1. **口服放射性碘藥物之前、後 3 小時勿進食。**
 2. 口服放射性碘藥物**前四週起停止服用**甲狀腺賀爾蒙以及抗甲狀腺的藥物,含碘的食品(例如海帶、紫菜、綜合維他命)和藥劑(例如電腦斷層檢查使用的含碘顯影劑、預防及治療心律不整的藥物-amiodarone、碘酒等)直至檢查結束為止,以避免這些干擾因子對甲狀腺攝取碘造成影響。
 3. 口服藥物 3 小時後,若無其他需禁食之檢查,可正常進食,並請盡量多喝水多排尿,以降低身體所接受之輻射劑量。
 4. 檢查口服之放射性藥物會由尿液排出,因此如廁時請小心,勿將尿液沾到衣褲或身體,若有沾污請立即清洗乾淨,以免影響影像的判讀。

□ Patient Note:

1. 口服放射碘前後需低碘飲食及停用藥物。口服放射碘3天後，才可恢復正常飲食及藥物使用(請參照日程表)。
2. 口服放射碘前、後3小時，請勿進食(共6小時)。
3. 口服放射碘3小時後，請多喝水多排尿，可減少輻射曝露。
4. 放射碘會由尿液及糞便排出，若有沾污衣褲或身體，請立即清洗乾淨

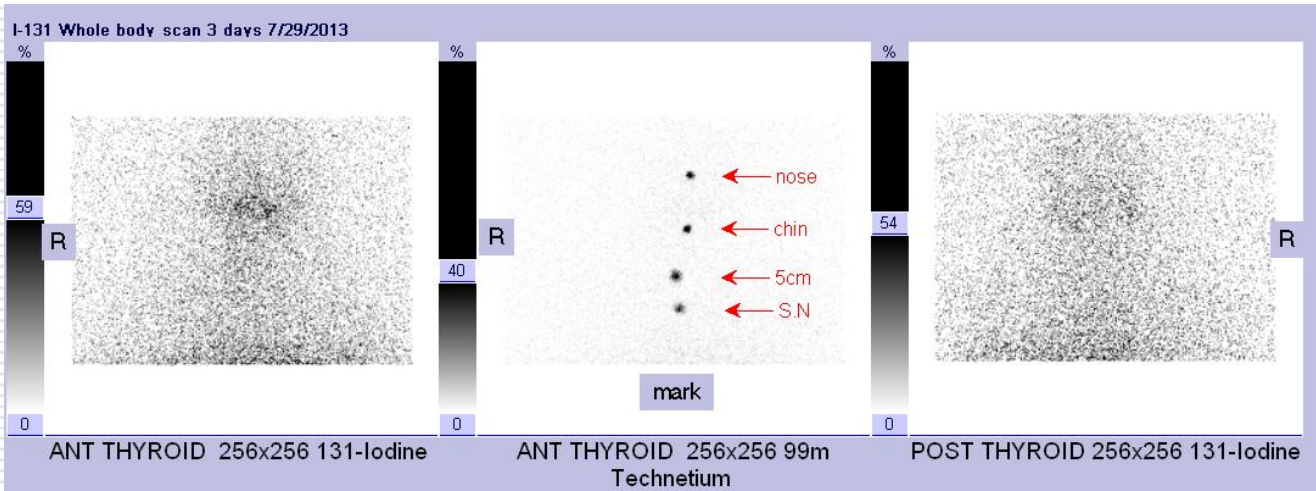
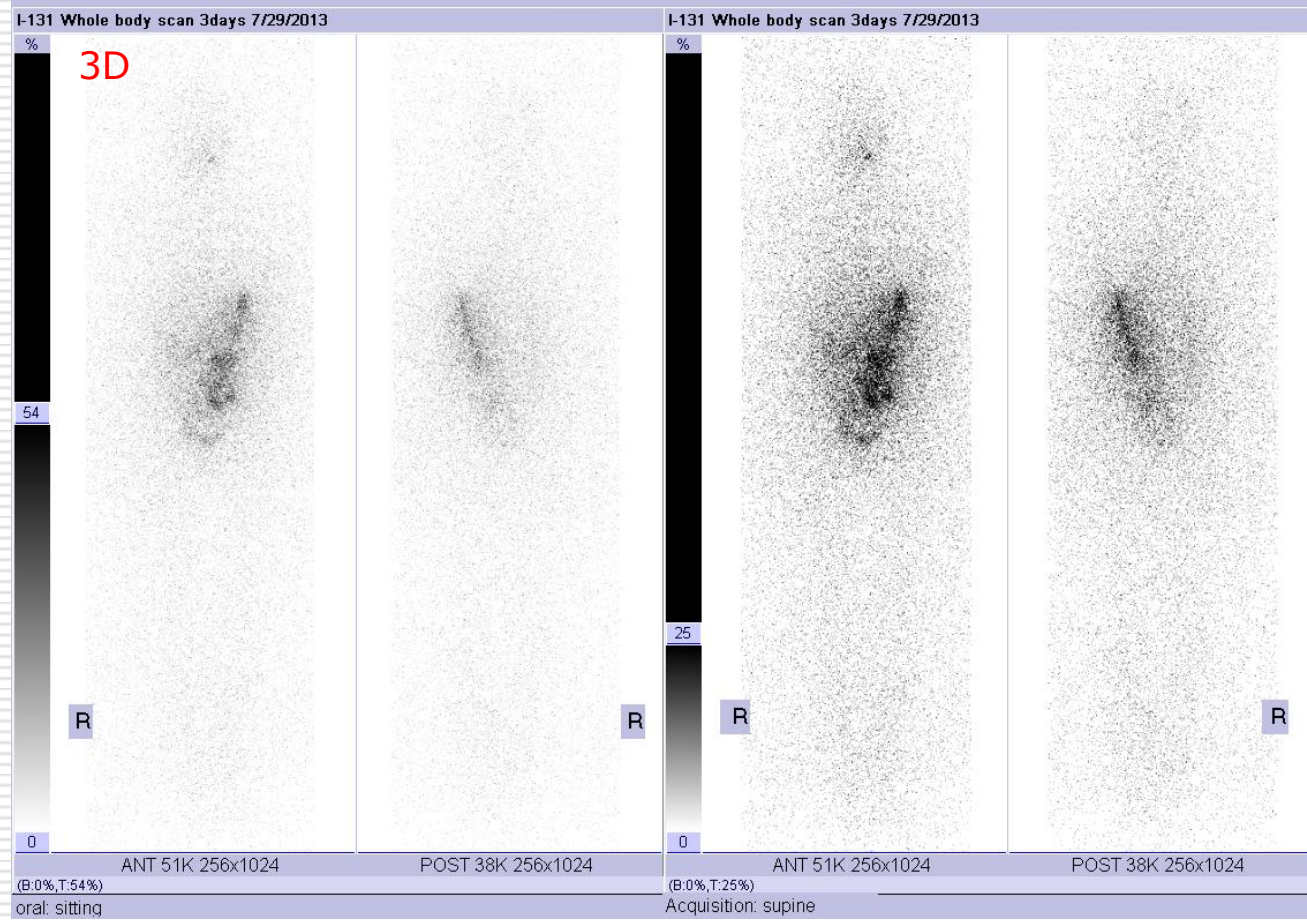
	前 3 個 月	前 4 週	前 2 週	前 1 週	前 2 天	前 1 天	第 1 天	第 2 天	第 3 天
停用抗心律不整藥物(Amiodarone)(至少3個月)	√	√	√	√	√	√	√	√	√
停用含碘顯影劑(至少1個月)		√	√	√	√	√	√	√	√
停用甲狀腺素(約4週)		√	√	√	√	√	√	√	√
施打人工重組甲促素者，停用甲狀腺素(5天)^					√	√	√	√	√
低碘飲食(約2週)			√	√	√	√	√	√	√
停用抗甲狀腺藥物(約1週)				√	√	√	√	√	√
施打人工重組甲促素(2天)^					√	√			
抽血檢查(口服放射碘前)						(√)	√		
口服放射碘(報到當天) ※口服放射碘前、後3小時，請勿進食(共6小時)							√		
接受造影檢查(第3-4、8或9-12天)，時間:									

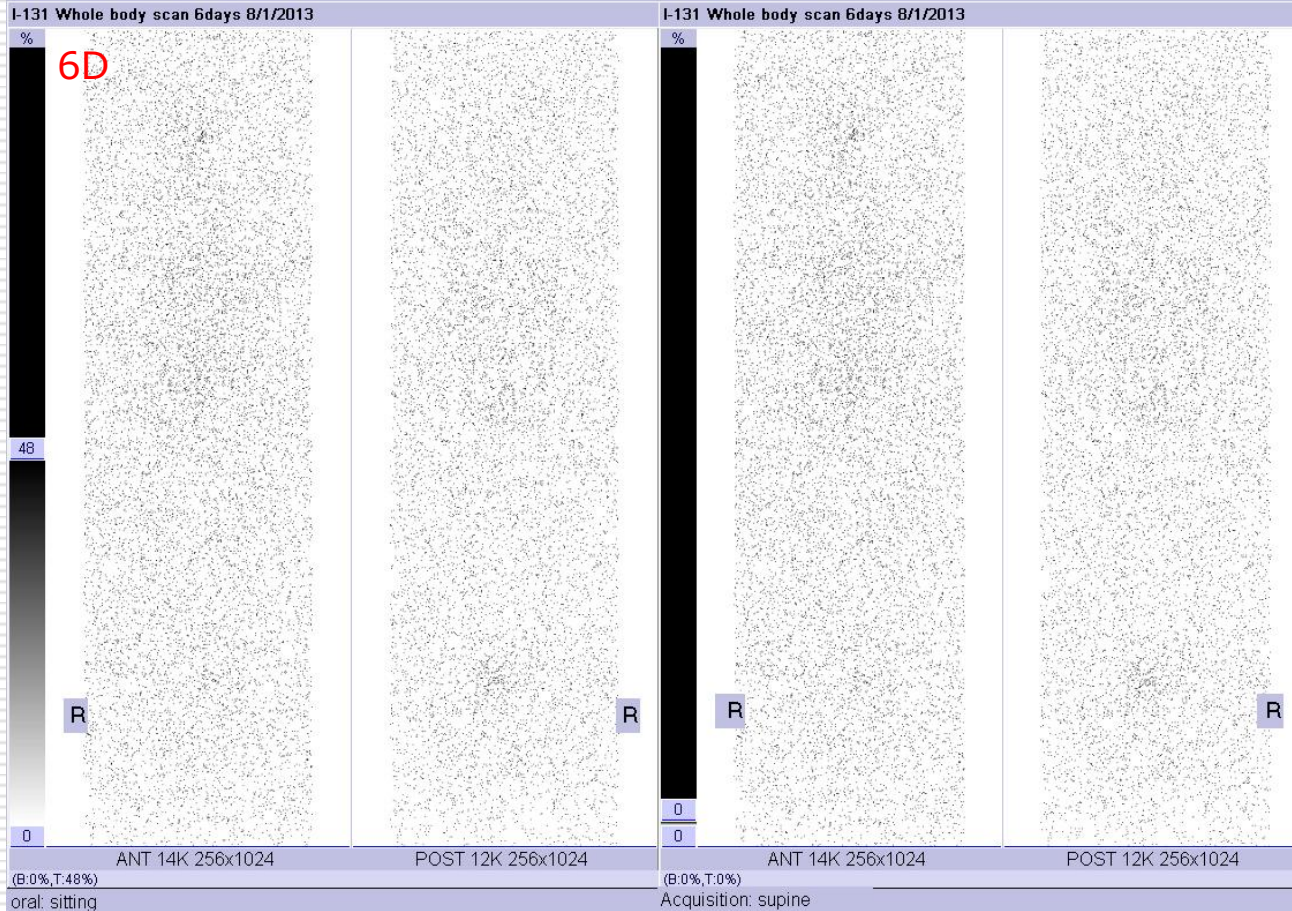
-
- 放射藥劑： I-131 2.5mCi or 4mCi(rhTSH)
 - Collimator： MELP
 - Energy window： 364keV， 15%、140keV， 15%(for landmark)

 - 口服I-131 3天後，收取全身影像及靜態頸部影像，靜態影像合併使用雙射源能窗做影像標示鼻子、下巴、SN及上5cm的相對位置。

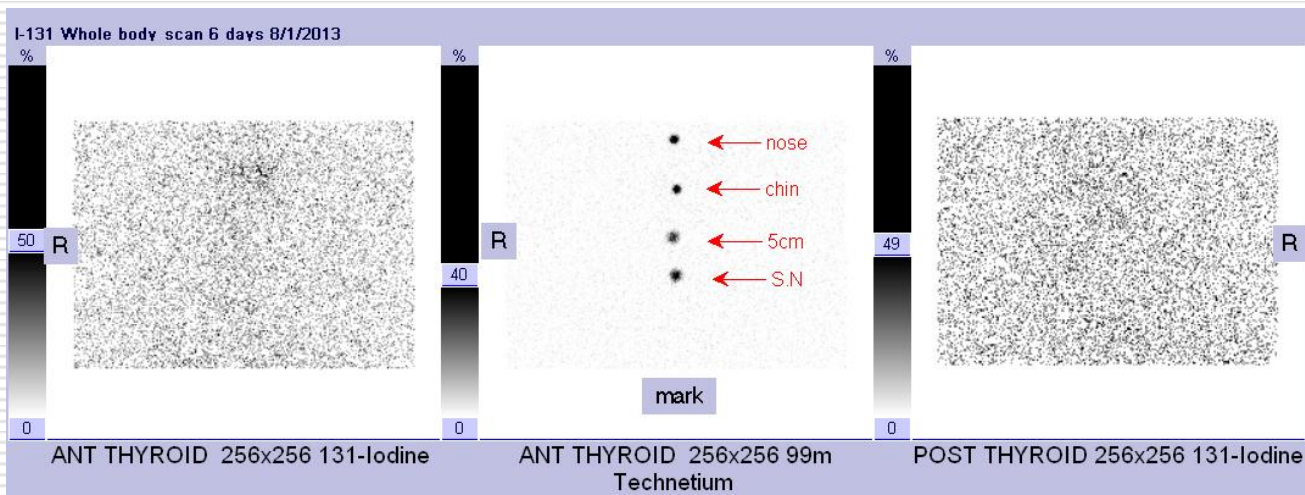
 - Whole body： matrix size 256X1024， 20cm/min
 - Static： matrix size 256X256

Case 1





Physiological uptake in
aforementioned region
is favored. Metastasis
is less likely

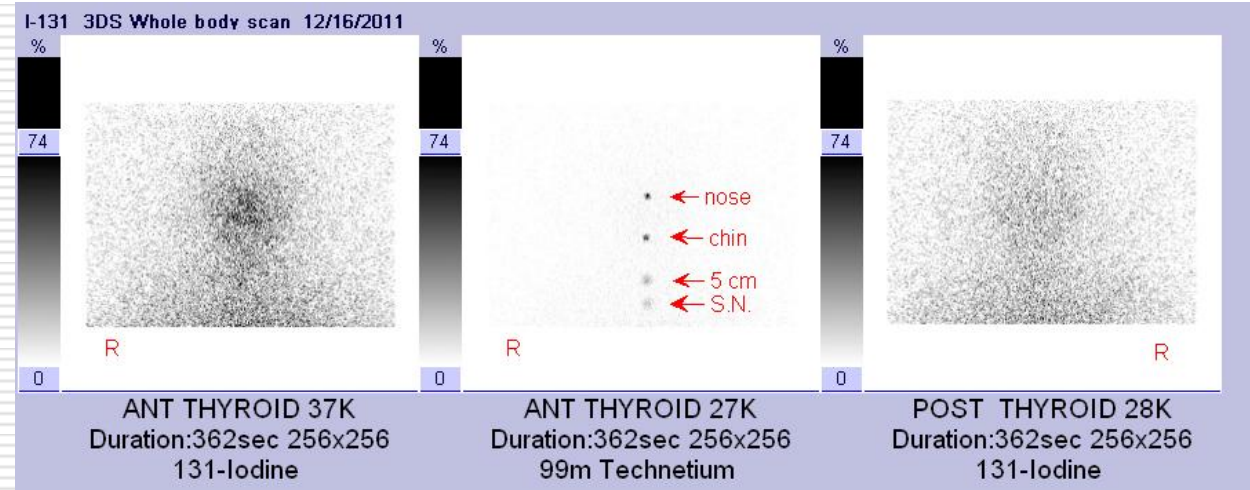
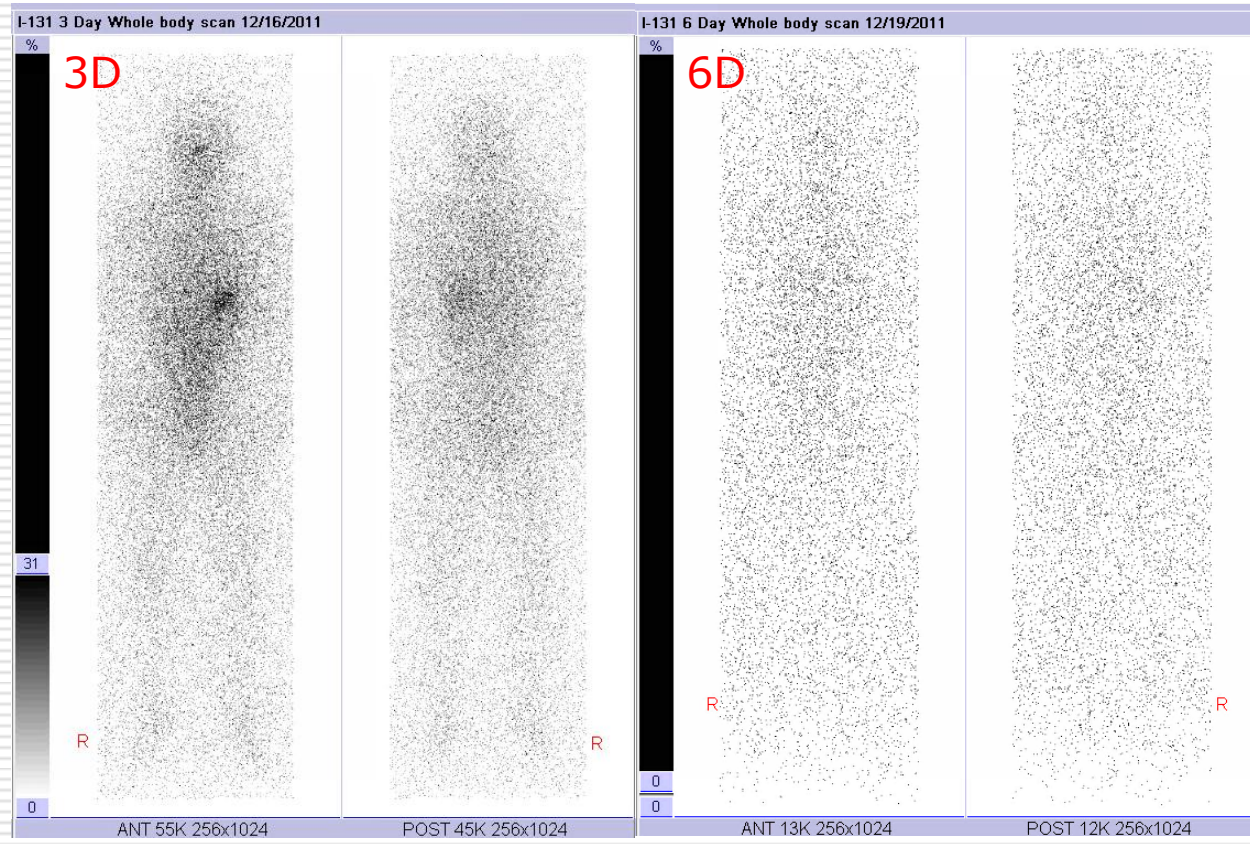


Case2

- 切除 •2011-06-01 甲狀腺全切除
- 治療 •2011-07 150mCi I-131 大劑量治療
- 追蹤 •2011-12-16 2.5mCi I-131 小劑量追蹤(-)
- 追蹤 •2014-11-10 2.5mCi I-131 小劑量追蹤(+)
- 治療 •2015-02 150mCi I-131 大劑量治療
- 追蹤 •2015-07-06 2.5mCi I-131 小劑量追蹤(-)

It is our understanding that this 21 y/o man has papillary cancer of thyroid, pT1bN1M0, stage I and Grave's disease s/p **total thyroidectomy** + level 6 LN dissection + right lateral neck LN dissection on **2011-06-01** and **I-131 150 mCi ablation treatment on 2011-07**. (Lab data on 2011-12-13: Tg: 0.54 ng/mL, TSH: >100 uIU/mL, FT4: <0.4 ng/dL)

Impression: No scintigraphic evidence of thyroid remnant or metastasis is demonstrable.



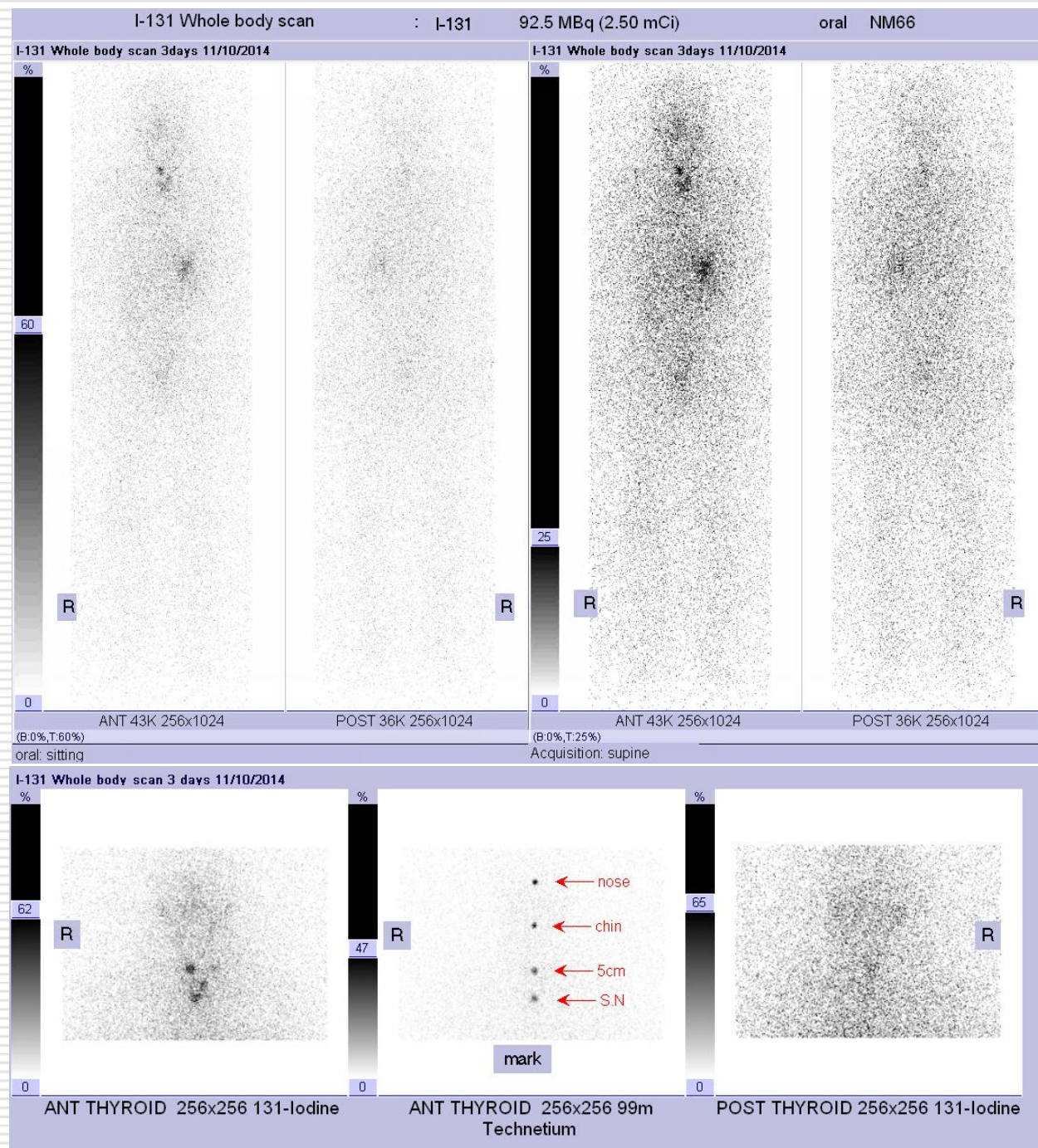
- 切除 •2011-06-01 甲狀腺全切除
- 治療 •2011-07 150mCi I-131 大劑量治療
- 追蹤 •2011-12-16 2.5mCi I-131 小劑量追蹤(-)
- 追蹤 •2014-11-10 2.5mCi I-131 小劑量追蹤(+)
- 治療 •2015-02 150mCi I-131 大劑量治療
- 追蹤 •2015-07-06 2.5mCi I-131 小劑量追蹤(-)

It is our understanding that this 23 y/o man has papillary carcinoma of thyroid with right neck metastasis, pT1bN1M0, stage I and Grave's disease s/p total thyroidectomy + level 6 LND + right lateral neck LND on 2011-06-01, s/p 150 mCi I-131 ablation in 2011-07. Sonography (2014-10-01) showed no apparent local recurrence.

Lab data on 2014-11-10: HS-TSH= >75.0 uIU/ml, Tg= <0.20 ng/ml, **ATA= 105 IU/ml**.

Impression: **Local recurrence in bilateral thyroid bed and upper mediastinum is noted.**

Code: 2011-12-16

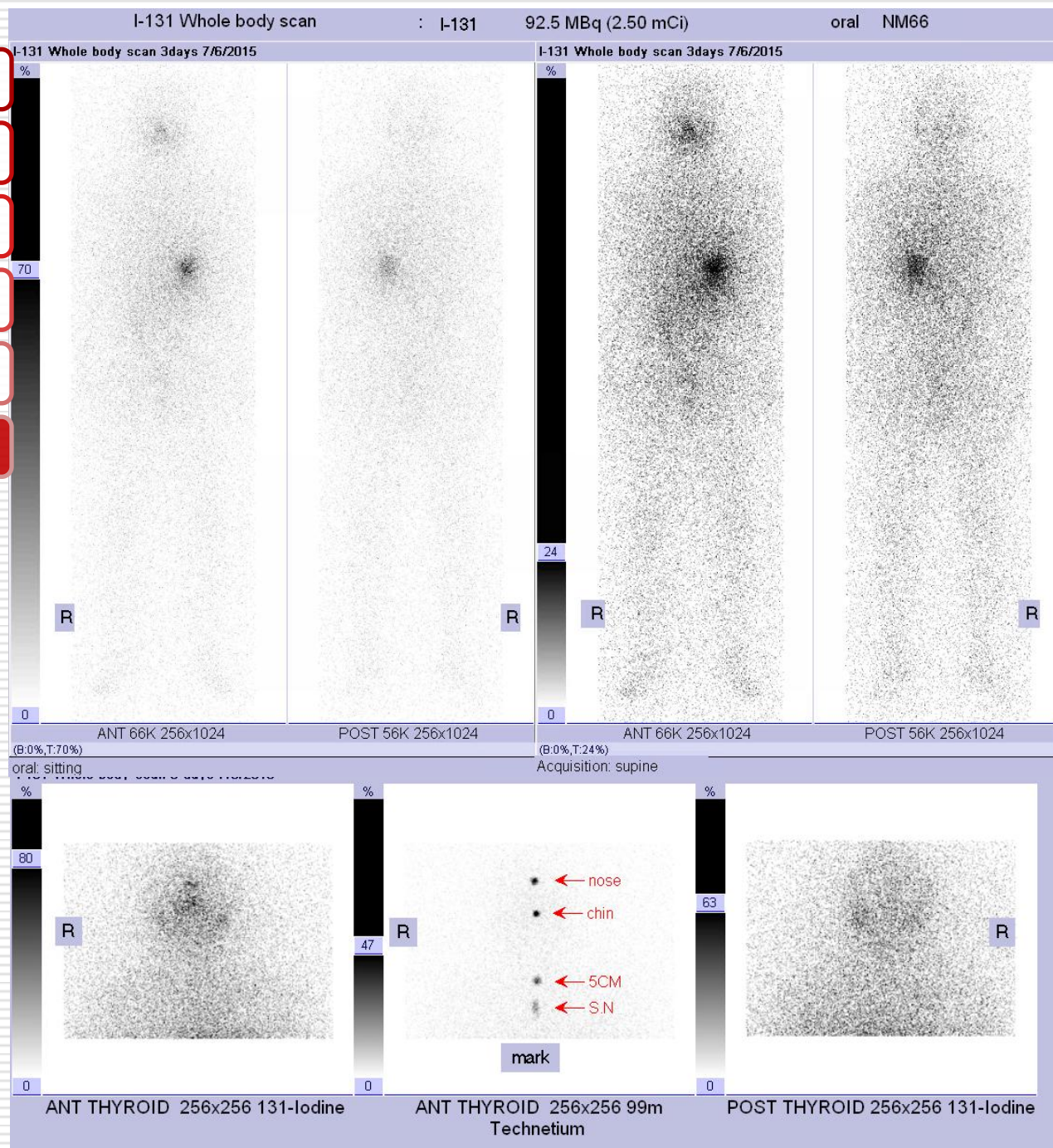


- 切除 •2011-06-01 甲狀腺全切除
- 治療 •2011-07 150mCi I-131 大劑量治療
- 追蹤 •2011-12-16 2.5mCi I-131 小劑量追蹤(-)
- 追蹤 •2014-11-10 2.5mCi I-131 小劑量追蹤(+)
- 治療 •2015-02 150mCi I-131 大劑量治療
- 追蹤 •2015-07-06 2.5mCi I-131 小劑量追蹤(-)

It is our understanding that the 24 y/o man has papillary carcinoma of thyroid with right neck metastasis, pT1bN1M0, stage I and Grave's disease s/p total thyroidectomy + level 6 LND + right lateral neck LND on 2011-06-01, s/p 150 mCi I-131 ablation in 2011-07, with recurrence s/p 150 mCi I-131 ablation in 2015-02. Lab data: Tg < 0.20 ng/ml, HS-TSH >75 uIU/ml, ATA= 100 IU/ML.

Impression: No scintigraphic evidence of thyroid remnant or distant metastasis is demonstrable.

Code: 2014-11-10



□ I-131 Thyroid Uptake 24-h: □服I-131 25 μ Ci

(碘-131 甲狀腺24 小時攝取量測定)：碘攝取率測定可評估甲狀腺功能狀態，並幫助計算碘-131 的治療劑量。

□ I-131 Thyroid Uptake and Scan : □服I-131 50 μ Ci

(碘-131 甲狀腺攝取量測定與造影)：常用來評估可疑的結節、診斷葛瑞夫茲氏病或結節性甲狀腺腫以及判別胸骨後腫塊是否為甲狀腺組織等。碘攝取率測定則可評估甲狀腺功能狀態，並幫助計算碘-131 的治療劑量。

□ Patient Note:

1. 口服微量放射碘前後需低碘飲食(約2週)、需停止使用抗甲狀腺藥物(約1週)、含碘顯影劑(至少1個月)及抗心律不整藥物(Amiodarone，至少3個月)。攝取量測定與造影都完成後，才可恢復正常飲食及藥物使用。
2. 口服微量放射碘之前、後3小時，請勿進食(共6小時)。
3. 口服微量放射碘3小時後，請多喝水多排尿，可減少輻射曝露。
4. 放射碘會由尿液及糞便排出，若有沾污衣褲或身體，請立即清洗乾淨。

	前2週	前1週	第1天	第2天
低碘飲食(約2週)	√	√	√	√
停用抗甲狀腺藥物(約1週)		√	√	√
口服微量放射碘(報到當天)			√	
攝取量測定與造影(約24小時後)				√

□ I-131 Thyroid Uptake 檢查方法：

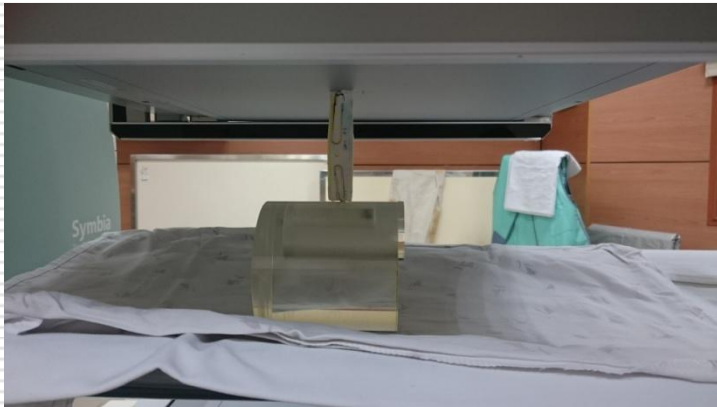
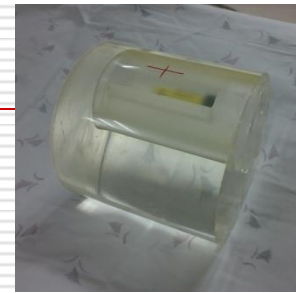
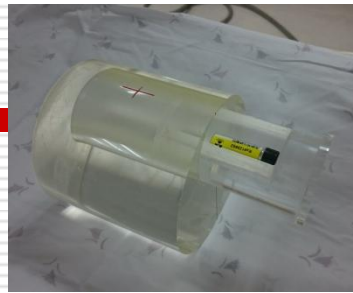
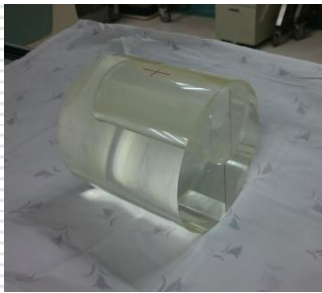
1. 將I-131核種置於甲狀腺假體內，以γ計數器對準測3分鐘作為標準值，再測室內3分鐘作為背景值
2. 病人口服 I-131 後24小時，以γ計數器對準甲狀腺測3分鐘，再測大腿前1/3處(跟脖子一樣粗)3分鐘作為背景值

□ 放射碘攝取率 (RAIU) 計算方式：

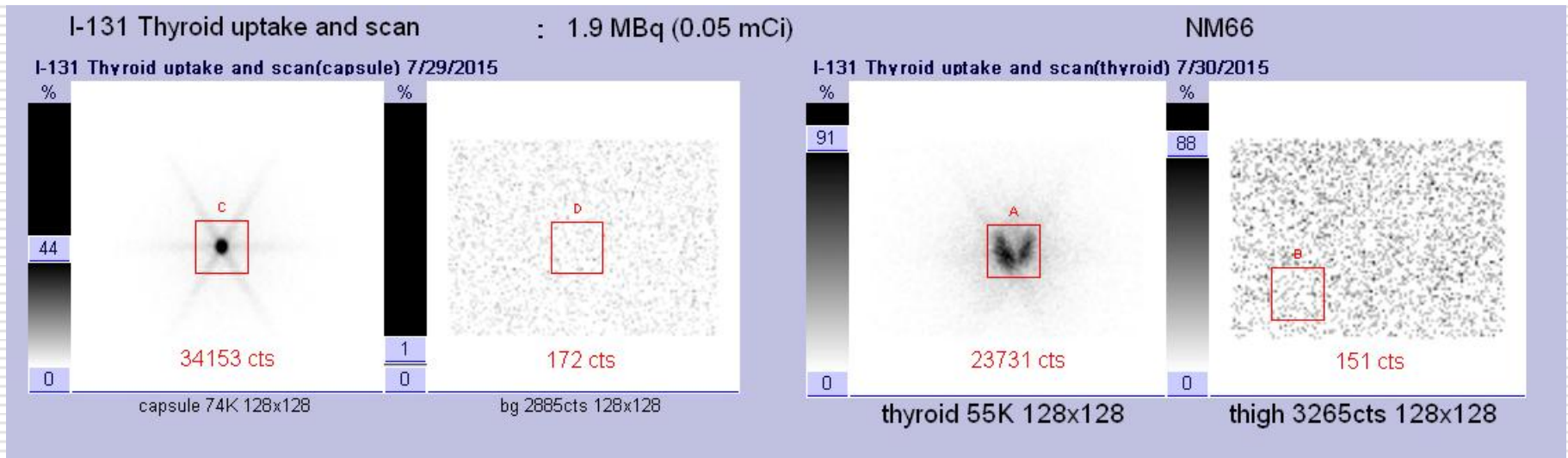
$$\text{攝取率(Thyroid uptake)} = \frac{\text{甲狀腺計數率} - \text{大腿計數率}}{\text{標準(假體)計數率} - \text{室內背景計數率}} \times 100\%$$

□ 攝取率(RAIU): 甲狀腺低下 < 15% < 正常 < 40% < 甲狀腺亢進









$$Uptake = \frac{23731 - 151}{34153 - 172} \times 1.09 \times 100\% = 75.6\%$$

校正因子算法(1) $A = A_0 e^{-\lambda t} = e^{-(0.693 \cdot 1/8.03)} = 0.9173$
 $1/0.9173 = 1.09$

校正因子算法(2) $2^{(1/8.03)} = 1.09$

□ I-131 Thyroid Uptake and Scan 的 造影流程

- 口服I-131 24hrs後，收取靜態影像並使用雙射源能窗做影像標示SN及上5cm的相對位置。
- 放射藥劑： I-131 50 μ Ci
- Collimator： pinhole
- Energy window： 364keV， 15%、140keV， 15%
- Static： matrix size 128X128

Case 1

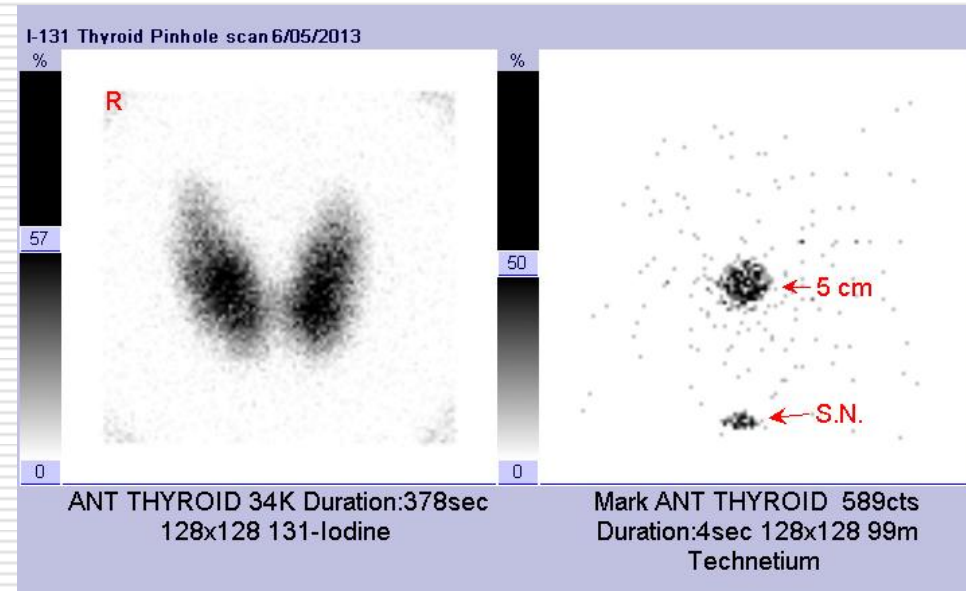
I-131 thyroid uptake and scan with pinhole image was performed on the next day after oral administration of 0.05 mCi I-131.

This study shows:

1. 24 hour I-131 thyroid uptake: **55.5%** (normal range: 15-40%).
2. symmetric and fullness of both lobes measuring about 6 cm long.

It is our understanding that the patient have hyperthyroidism under anti-thyroid drug treatment. Lab data: T3= 94.9 ng/dl, free T4= 1.12 ng/dl, HS-TSH= 0.110 uIU/ml, ATA= <20.0 IU/ML, anti-TPO Ab= 215 IU/ML.

Suggestion: **Compatible with hyperthyroidism.**



Case2

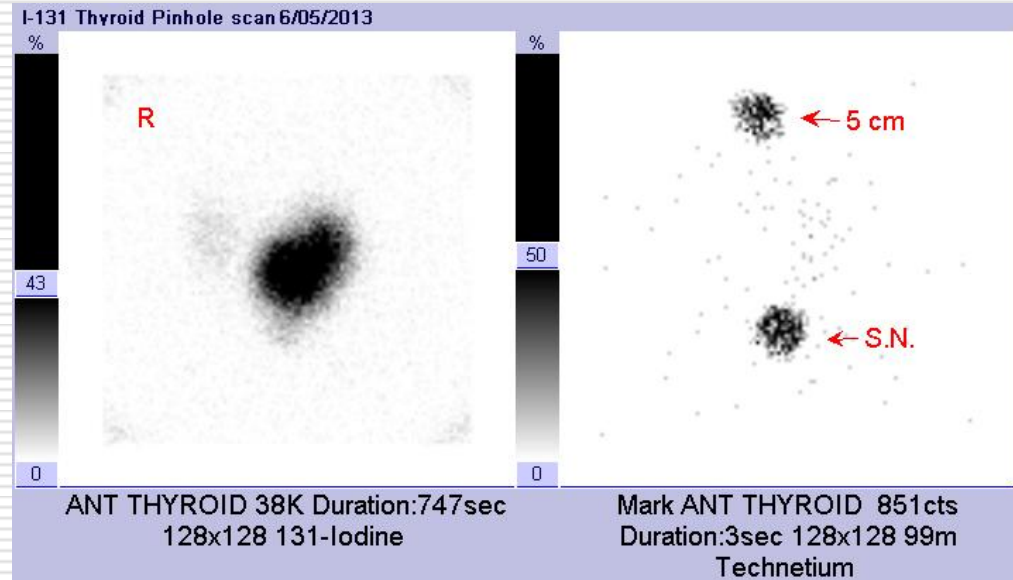
This study shows:

1. 24 hour I-131 thyroid uptake: **22.2%** (normal range: 15-40%).
2. a focal hot area about 3 cm long occupying left thyroid lobe. The right lobe is faintly seen.

It is our understanding that the Lab data:
T3= 125 ng/dl, free T4= 0.731 ng/dl, HS-TSH= 0.060 uIU/ml, T4 uptake= 4.62 ug/dl.

Suggestion: **An autonomously functioning thyroid nodule in left lobe is favored.**

Suggestion: Medical treatment and/or I-131 therapy if clinically indicated.



Case3

I-131 thyroid uptake and scan with pinhole images was performed 1 day after oral administration of 0.05 mCi I-131.

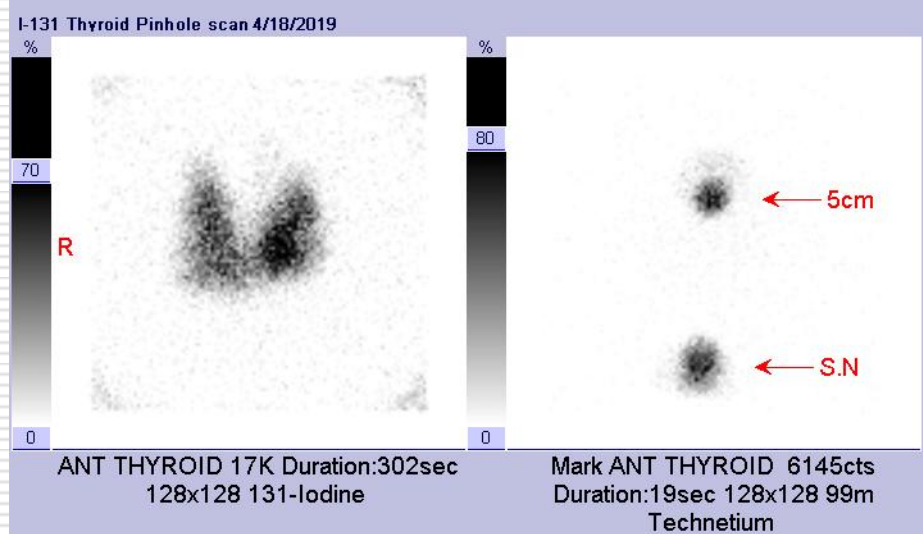
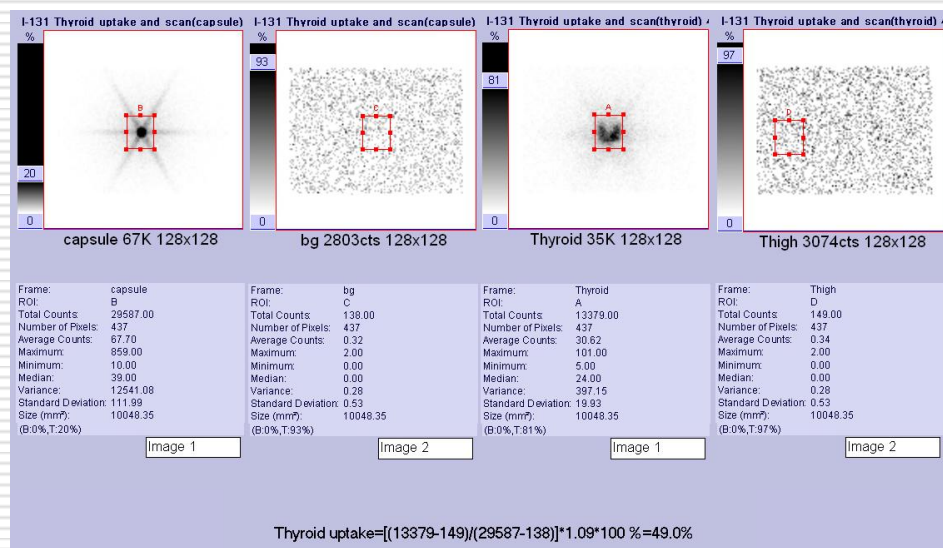
This study shows:

1. 24 hour I-131 thyroid uptake: **49%** (normal range: 15-40%).
2. I-131 thyroid scan with pinhole image shows:
 - (1) fullness of both lobes, about 4~5 cm long.
 - (2) focal hot uptake in lower pole of left thyroid.

It is our understanding that this 19 y/o man has hyperthyroidism diagnosed in 2018-10.
 Lab data on 2019-03-29: HS-TSH= 0.004 uIU/ml, free T4= 1.12 ug/dl.

Impression:

1. **Compatible with hyperthyroidism.**
2. Hyperfunctioning nodule(s) in left thyroid lobe is suspected. Advise sonography correlation and follow-up.



Case4

I-131 thyroid uptake and scan with pinhole images was performed 1 day after oral administration of 0.05 mCi I-131.

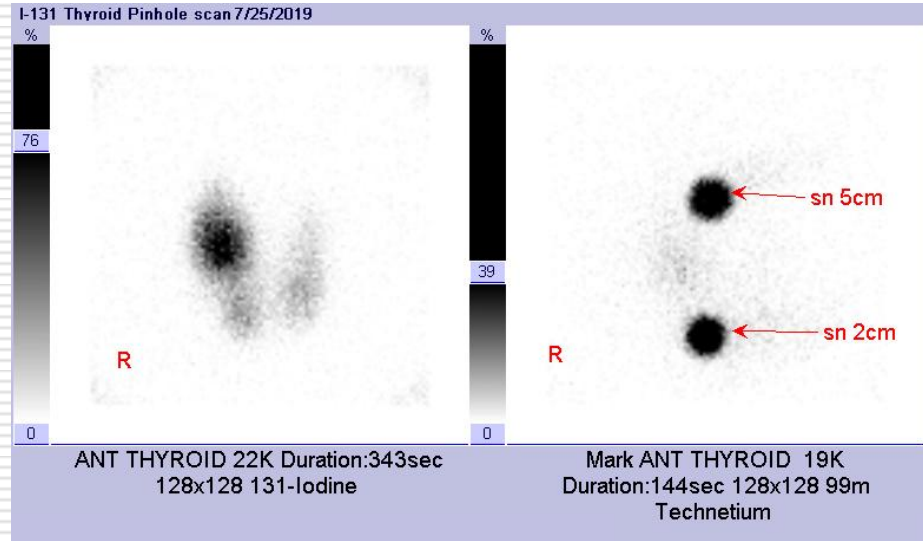
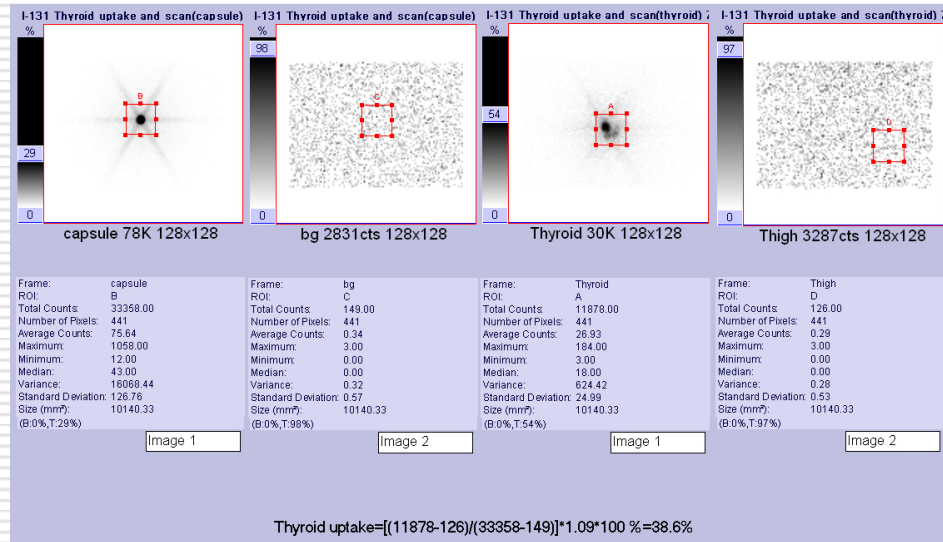
This study shows:

1. 24 hour I-131 thyroid uptake: **38.6%** (normal range: 15-40%).
2. I-131 thyroid scan with pinhole image shows: enlarged hot focal uptake in upper aspect of right thyroid lobe (about 3 cm in diameter); focal uptake in lower aspect of bilateral thyroids.

It is our understanding that this 45 y/o woman has (1) bilateral thyroid nodules on 2019-06-28 sonography (2) enlarged right neck for 2-3 months

***Lab data (2019-06-28): HS-TSH= 0.093 uIU/ml, T3= 107 ng/dl, free T4= 1.16 ng/dl.

Impression: **Multinodular goiter is considered.**



Case5

I-131 thyroid uptake and scan with pinhole images was performed 1 day after oral administration of 0.05 mCi I-131.

Patient preparation: Carbimazole withdrawal (prescribed but never used before).

This study shows:

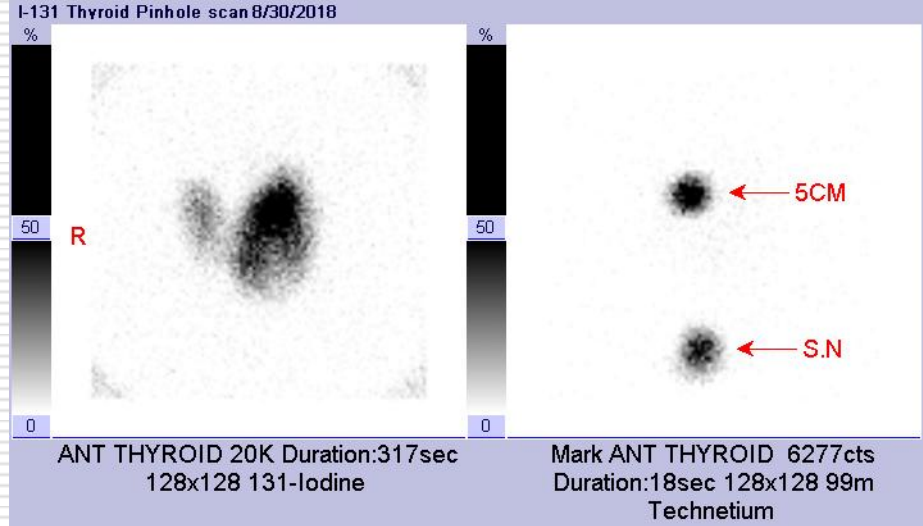
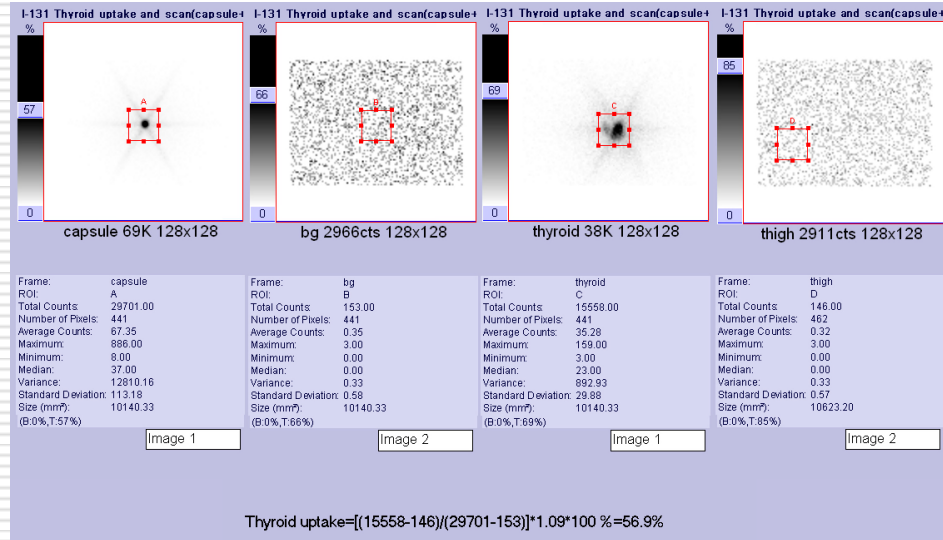
1. 24 hour I-131 thyroid uptake: **56.9%** (normal range: 15-40%).
2. I-131 thyroid scan with pinhole image:
 - (1) heterogeneous uptake in enlarged left lobe.
 - (2) homogeneous faint uptake in right lobe.

It is our understanding that this 59 y/o man has (1) bilateral thyroid nodules (left *2, right *1) (2) enlarged left thyroid lobe, progressing.

Lab data (2018-08-09): HS-TSH= 0.010 uIU/ml, T3= 194 ng/dl, free T4= 2.51 ng/dl.

Lab data (2018-07-12): Anti-TPO= 30.0 IU/ml, ATA <20.0 IU/mL.

Impression: **Multinodular goiter is considered.**



Case6

I-131 thyroid uptake and scan with pinhole images was performed 1 day after oral administration of 0.05 mCi I-131.

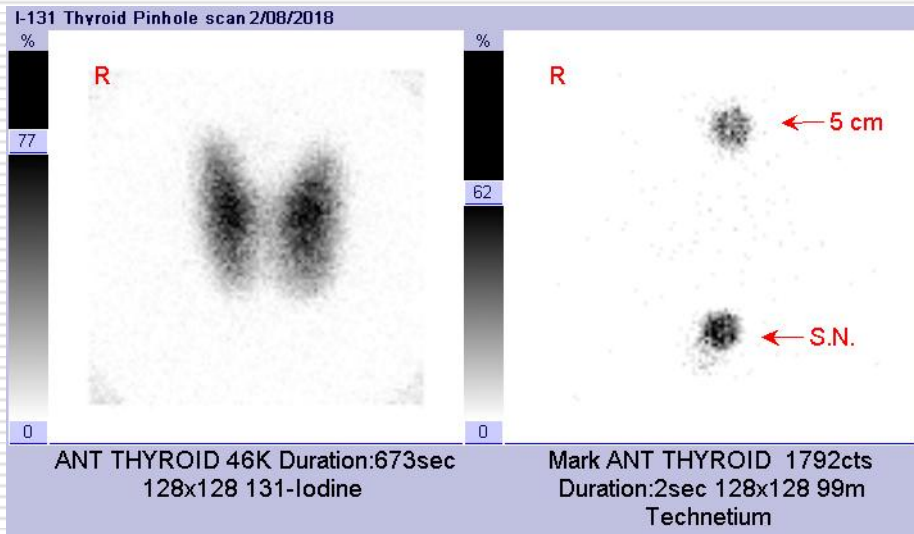
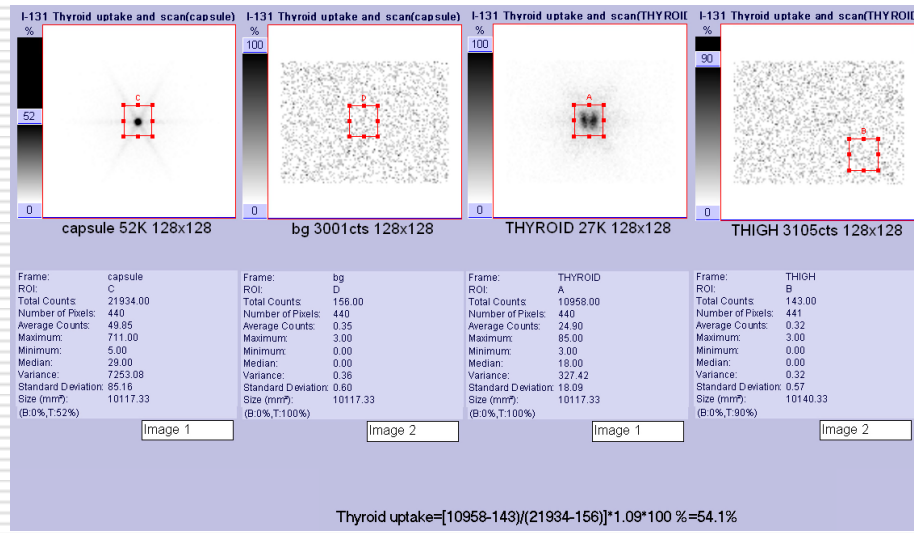
This study shows:

1. 24 hour I-131 thyroid uptake: **54.1%** (normal range: 15-40%).
2. I-131 thyroid scan with pinhole image:
 - (1) homogeneous uptake in bilateral thyroid lobes.
 - (2) thyroid length: left 5.8 cm, right 6.1 cm.

It is our understanding that this 30 y/o woman has hyperthyroidism, r/o Graves' disease, r/o toxic nodular goiter(s).

*Lab data (2018-01-05): T3= 438 ng/dl, free T4= 3.56 ng/dl, HS-TSH= 0.012 uIU/ml.

Impression: **Hyperthyroidism, favored Graves' disease.**



Case7

I-131 thyroid uptake and scan with pinhole images and SPECT/CT of neck was performed 1 day after oral administration of 0.05 mCi I-131. Patient preparation: T4 withdrawal for 4 weeks.

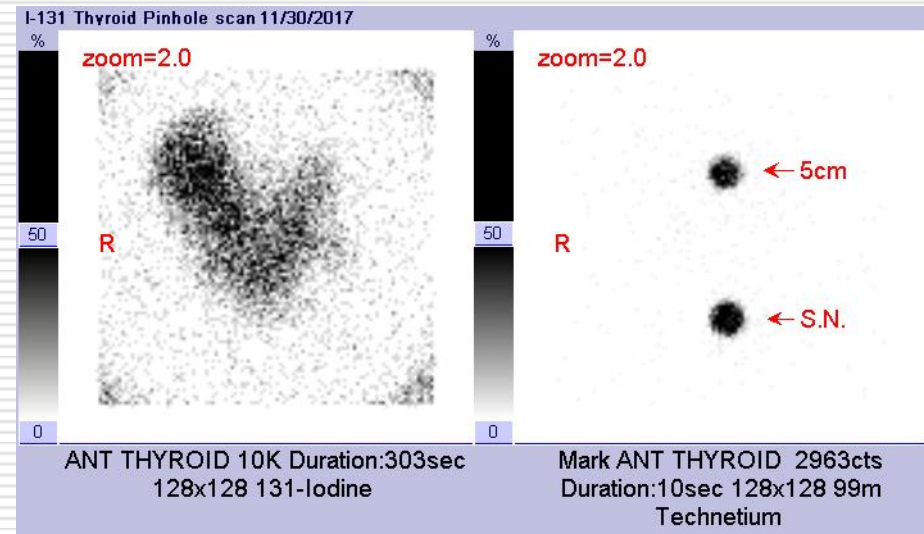
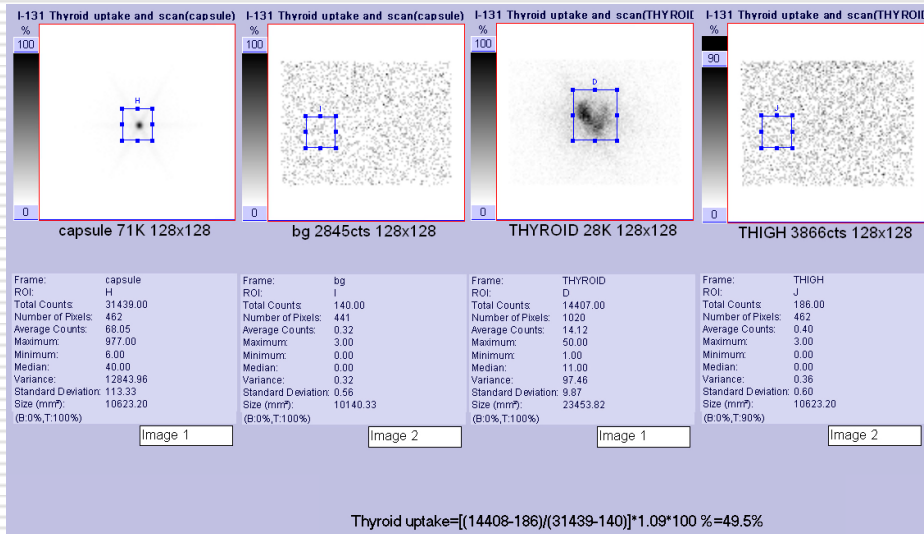
This study shows:

1. 24 hour I-131 thyroid uptake: **49.5%** (normal range: 15-40%).
 2. I-131 thyroid scan with pinhole image and SPECT/CT:
- (1) multiple hypodense nodules with calcification in bilateral lobes.
 - (2) some with hot I-131 uptake (most significant in right upper lobe)
 - (3) some without I-131 uptake.

It is our understanding that this 21 y/o man has (1) enlarged thyroid with clinical hyperthyroidism, low TSH level (2) [patient statement] hypothyroidism under T4 supplement.

Lab data on 2017-11-01: HS-TSH= 0.017 uIU/ml, T3= 124 ng/dl, free T4= 2.14 ng/dl, ATA <20 IU/ml, anti-TPO= 14 IU/ml, TSH receptor Ab= 1.0%.

Impression: **Multinodular goiters with autonomous nodules should be considered.**



Q：下列何者是較合理的甲狀腺放射碘吸收（%RAIU）計算公式？〔M：甲狀腺每分鐘之放射計數；N：腿部每分鐘之放射計數；O：標準（或甲狀腺假體置放含放射碘膠囊）每分鐘之放射計數；P：標準（或甲狀腺假體置放含放射碘膠囊）起始每分鐘之放射計數；Q：給予受檢者服用放射碘膠囊之起始每分鐘之放射計數〕 [108-2-47]

A. %RAIU = (M-N-O) × (P-Q) × 100%

B. %RAIU = (M-N)/O - (P-Q) × 100%

C. %RAIU = [(M-N)/O] × (P/Q) × 100%

D. %RAIU = (M-N) × (O-P)/Q × 100%

$$\%RAIU = \frac{M-N}{O} \times \frac{P}{Q} \times 100\%$$

解：%RAIU = $\frac{M-N}{Q} \times \frac{P}{O}$ (校正因子1.09) × 100%

Q：有關使用放射碘治療甲狀腺癌患者的事前準備注意事項，下列敘述何者錯誤？[108-1-41]

- A.前一晚12時開始禁食
- B.確認患者並無懷孕或哺乳
- C.停止服用甲狀腺素4~6週，以降低患者體內的甲促素（TSH）來幫助吸收放射碘
- D.儘量避免食用含碘量高的食物如：海帶、紫菜、海藻、海鮮等

Q：下列何種情形會讓放射碘攝取率不降反升？[108-1-45]

- A.慢性腎衰竭
- B.服用避孕藥
- C.慢性腹瀉
- D.服用類固醇

固醇類藥物(避孕藥屬於固醇類)會讓RAIU ↓ ↓

Q：何種情形會讓放射碘攝取率（radioiodine uptake；RAIU）增加？[100-1-61]

- A.慢性腎衰竭
- B.食用捲心菜（cabbage）
- C.慢性腹瀉
- D.服用類固醇

Q：會造成甲狀腺的放射碘攝取率（RAIU）降低的藥劑為？[94-2-17]

- A.利尿劑
- B.類固醇
- C.鈣離子阻斷劑
- D.維生素A

Q：會造成甲狀腺的放射碘攝取率（RAIU）增加的藥劑為？[94-1-23]

- A.利尿劑
- B.類固醇
- C.避孕藥
- D.抗甲狀腺機能亢進藥物

Q：會造成甲狀腺的放射碘攝取率（RAIU）降低的疾病包括？[94-1-32]

- A.慢性腎衰竭
- B.慢性腹瀉
- C.大腸發炎性疾病
- D.腎病徵候群

甲狀腺亢進與低下的症狀比較

甲狀腺機能亢進		甲狀腺機能低下
眼睛變大 喉嚨容易乾渴	頭部	思考減退、記憶力減退、聲音沙啞
易熱、容易出汗 手腳無力	全身	怕冷、容易疲倦 體重增加
心跳加快	心臟	脈搏減弱
食慾增加 容易腹瀉	腹部	容易便秘
煩躁不安 容易激動	精神	嗜睡
低密度脂蛋白 膽固醇值變高	血液	低密度脂蛋白 膽固醇值變高

Q：有關全身 ^{131}I -NaI造影之敘述，下列何者錯誤？[107-2-38]

- A. 口服 ^{131}I -NaI前必須停止甲狀腺激素用藥或rhTSH注射
- B. 使用低能量全功能型準直儀（low-energy all-purpose, LEAP）進行
造影
- C. 於口服藥物後24小時擷取全身影像
- D. 必要時需進行延遲造影

Q： ^{123}I 和 ^{131}I 皆為碘放射性同位素，可用於甲狀腺造影，下列敘述何者錯誤？[107-1-44]

A. ^{131}I 的半衰期比 ^{123}I 長

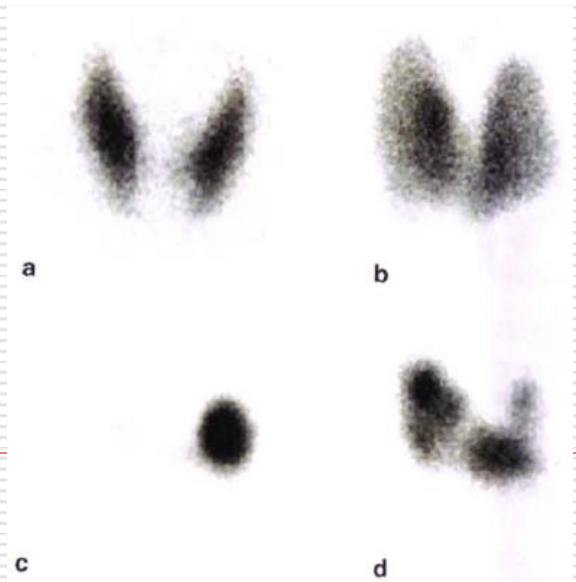
B. ^{123}I 是由核子反應爐（reactor）生產， ^{131}I 由迴旋加速器（cyclotron）生產

C. ^{123}I 可射出特性 χ 射線， ^{131}I 可射出 β 及 γ 輻射

D. ^{123}I 的射出光子能量低於 ^{131}I

Q：下圖a、b、c、d均為 ^{123}I 甲狀腺影像，圖a為正常甲狀腺影像，圖c可能為下列何種診斷？[106-2-40]

- A. 格雷夫氏症 (Graves disease)
- B. 甲狀腺機能低下 (hypothyroidism)
- C. 自主性高功能甲狀腺結節 (autonomous hyperfunctioning adenoma)
- D. 亞急性甲狀腺炎 (subacute thyroiditis)



Q：通常罹患分化型甲狀腺癌的病人預後極佳，但仍需定期追蹤是否復發或轉移，下列何項方法為最常使用來進行此診斷？[106-2-41]

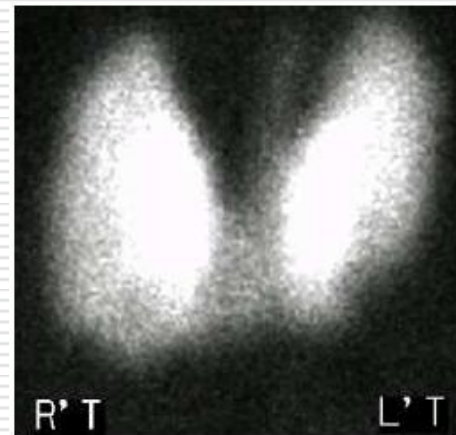
- A. 電腦斷層與超音波攝影
- B. 核磁共振與正子電腦斷層造影
- C. 全身碘造影與血清甲狀腺球蛋白檢測
- D. 全身骨骼掃描與甲狀腺碘攝取

Q：甲狀腺乳突癌或濾泡癌病患術後進行全身放射碘掃描時，可促進殘餘甲狀腺組織或腫瘤碘吸收之輔助藥劑為：
[105-1-41]

- A. 合成人類甲促素 (recombinant human TSH)
- B. 碘化鈉 (sodium iodide)
- C. 過氯酸鉀 (potassium perchlorate)
- D. 三碘甲狀腺素 (tri-iodothyronine)

Q：一位24歲女性患者，因心悸、手抖等症狀求診，醫師安排甲狀腺掃描（ ^{99m}Tc thyroid scan, uptake ratio = 12.8%），掃描如下圖，預期她的抽血報告會與下列何者較為接近？（ \uparrow ：高於正常範圍； \downarrow ：低於正常範圍）
[104-1-54]

- A. $\text{T}_3 \uparrow$, $\text{T}_4 \uparrow$, $\text{TSH} \downarrow$
- B. $\text{T}_3 \uparrow$, $\text{T}_4 \uparrow$, $\text{TSH} \uparrow$
- C. $\text{T}_3 \downarrow$, $\text{T}_4 \downarrow$, $\text{TSH} \downarrow$
- D. $\text{T}_3 \downarrow$, $\text{T}_4 \downarrow$, $\text{TSH} \uparrow$



Q：某女性31歲10年前診斷出甲狀腺癌經手術切除左葉且無 ^{131}I 治療，最近發現其頸部有腫塊且肺部有疑似轉移病灶，再次手術全切除甲狀腺並以大劑量 ^{131}I 治療，治療後核醫檢查確認其放射碘吸收部位，如下圖所示，請依此回答下列4題。

[103-2-77.78.79.80]

Q：下列敘述何者正確？

- A. 兩側肺部呈現對稱吸收最可能為生理現象或假陽性結果
- B. 該 ^{131}I 影像所見之腸胃與膀胱吸收最可能為局部發炎現象
- C. 該 ^{131}I 影像所見之肝臟吸收可能為生理現象
- D. 該病患此 ^{131}I 檢查仍有吸收表示治療效果不佳

Q：該大劑量 ^{131}I 治療適用劑量及方式為：

- A. 低於30 mCi即可
- B. 每週30 mCi連續4~5次
- C. 隔離並施予口服100~150 mCi治療
- D. 應配合化療進行

Q：該核醫 ^{131}I 檢查，下列何種情形或藥品使用不會造成 ^{131}I 攝取之降低？

- A. 一週內服用綜合維他命
- B. 一週內食用海帶及海產
- C. 一週內注射含碘之對比劑
- D. 一週內注射甲狀腺促進素

Q：承上題，治療後 ^{131}I 檢查之時機，下列何者較為適當？

- A. 治療後1~2天
- B. 治療後3~12天
- C. 治療後28天
- D. 治療後3~6月



Q：分化型甲狀腺癌術後，當 ^{131}I 全身掃描為陰性，但血液中甲狀腺球蛋白升高時，最好的造影檢查方法為：
[103-1-40]

A. $^{99\text{mTc}}$ -MIBI B. $^{201\text{Tl}}$ -TIC1 C. $^{18\text{F}}$ -FDG D. $^{123\text{I}}$ -NaI

Q：分化良好的甲狀腺癌病人最適合在下列何種情況下進行 $^{18\text{F}}$ -FDG 正子造影檢查輔助診斷？ [111-1-31]

- A. ^{131}I 全身掃描結果為陰性，甲狀腺球蛋白抗體 (Tg) 檢查呈陰性
- B. ^{131}I 全身掃描結果為陰性，甲狀腺球蛋白抗體 (Tg) 檢查呈陽性
- C. ^{131}I 全身掃描結果為陽性，甲狀腺球蛋白抗體 (Tg) 檢查呈陰性
- D. ^{131}I 全身掃描結果為陽性，甲狀腺球蛋白抗體 (Tg) 檢查呈陽性

Q：有關人工合成之甲促素（recombinant human TSH）使用於輔助甲狀腺惡性腫瘤術後之碘-131追蹤掃描，其注射時機何時較為恰當？[102-2-38]

- A. 口服放射碘24~48小時前
- B. 口服放射碘24~48小時後
- C. 與口服放線碘同時
- D. 任意時間皆可

Q：放射性I-131可以用來治療的疾病中，不包括下列何者在內？ [99-1-51]

- A. 甲狀腺功能亢進 (hyperthyroidism)
- B. 甲狀腺乳突狀癌 (papillary cancer of the thyroid)
- C. 甲狀腺濾泡型癌 (follicular cancer of the thyroid)
- D. 甲狀腺髓樣癌 (medullary cancer of the thyroid)

Q：依據美國核醫學會醫學體內輻射劑量委員會（The Medical Internal Radiation Dose Committee of the Society of Nuclear Medicine，MIRD）第5號報告，服用 ^{131}I 之後24小時，約有多少 ^{131}I 活度由排泄物（糞便、尿液）、汗、唾液等排出體外？[99-2-70]

A.99% B. 76% C.48% D.25%

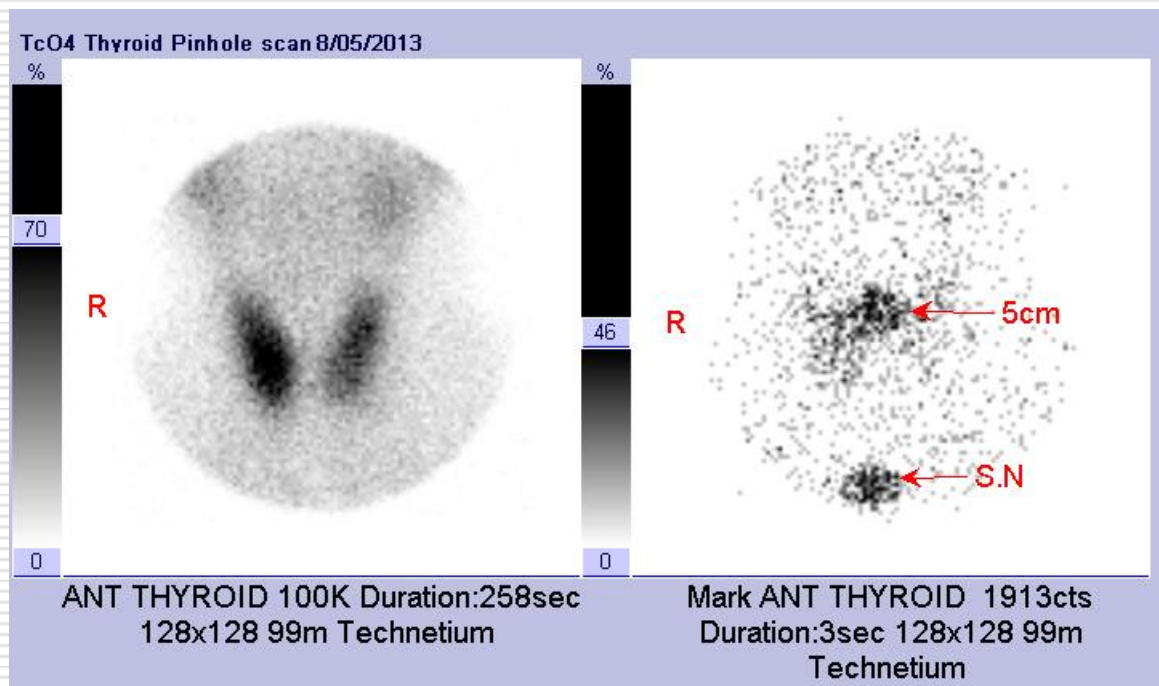
Q：治療用碘-131 在24 小時內應有多少比例會被排出？
[92-2-47]

A.10% B.20~30% C.35~75% D.大於75%

Tc-99m Thyroid Scan, 鎔-99m 甲狀腺造影

- Tc-99m Thyroid Scan (鎔-99m 甲狀腺造影): 主要能偵測甲狀腺的形狀、大小、放射活性分佈是否均勻及是否有結節等
- 放射藥劑: $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 3mCi
- Collimator: pinhole & LEAP
- Energy window: 140keV, 15%
- 注射藥物後15mins, 收取靜態頸部影像, 影像標示SN及上5cm的相對位置。
- Static: matrix size 128X128, 100Kcounts

Case 1



Tc-99m thyroid scan with pinhole image was performed 20 minutes after intravenous injection of 2.11 mCi Tc-99m pertechnetate.

This study shows:

1. normal size of both thyroid lobes, but asymmetric uptake in right thyroid lobe.
2. 20-min Tc-99m thyroid uptake: 0.7% (normal range: 0.16%-2.2%).

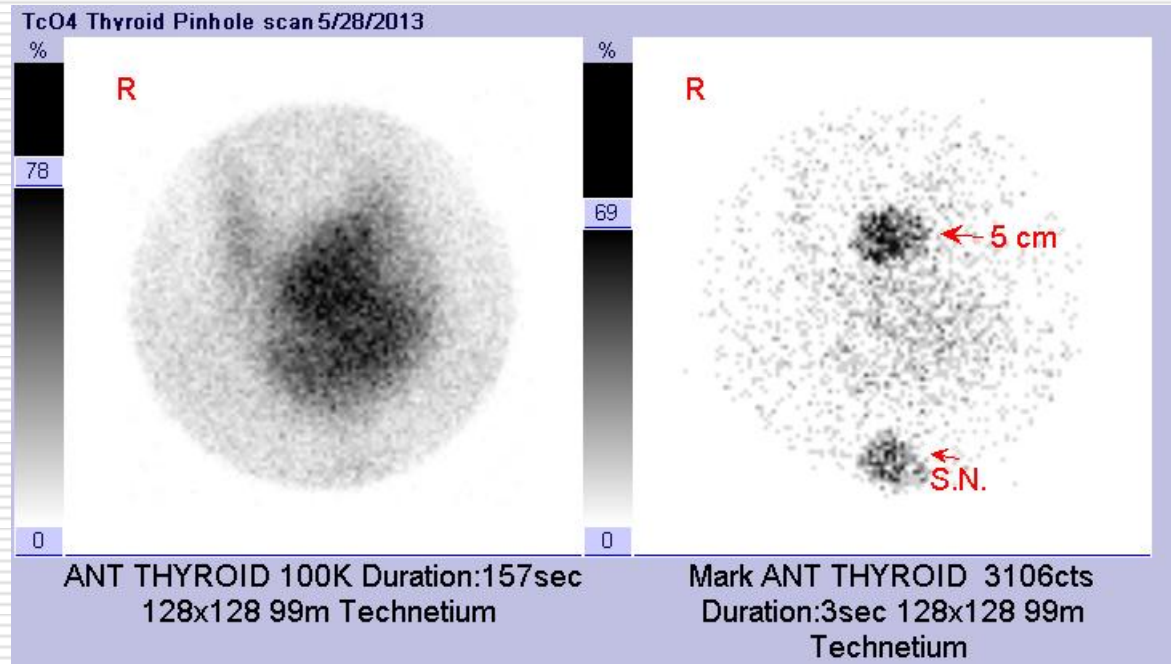
It is our understanding that this 11 y/o girl has arrhythmia (VPC).

Lab data on 2013-07-24: T3= 159 ng/dl, free T4= 0.926 ng/dl, HS-TSH= 0.968 uIU/ml, ATA <20.0 IU/ML, anti-TPO Ab <10.0 IU/ML, T4 uptake= 6.25 ug/dl.

Impression: **Asymmetric uptake in right thyroid lobe is noted, nature unknown.**

Reference: J Nucl Med. 1973;14(12):907-11.

Case2

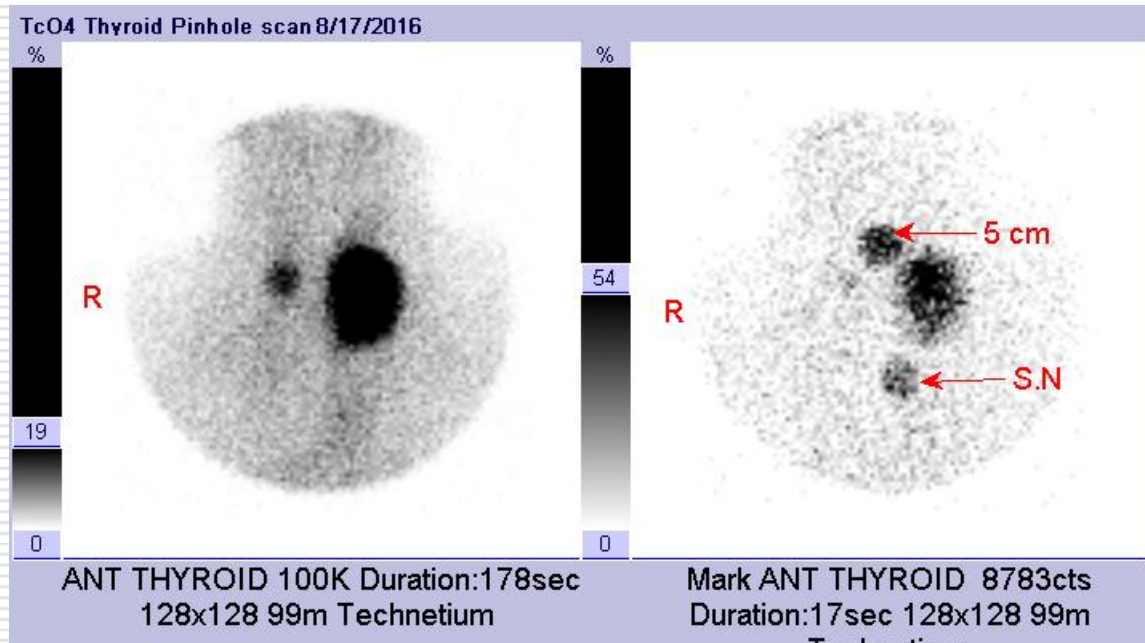


Tc-99m O4- (3.38 mCi) thyroid scan with pinhole image shows a mass-like lesion (about 5X4 cm) with hot uptake occupying the thyroid bed and extending to midline and left supraclavicular region.

It is our understanding that the 50 y/o man reports left nodular goiter with benign FNA result in LMD, and borderline hyperthyroidism is suspected due to low TSH. (Lab data on 2013-05-28: ATA<20.0 IU/mL)

Impression: **A large mass occupying thyroid bed. DDx: autonomous functioning nodule, multinodular goiter.**

Case3



Tc-99m thyroid scan with pinhole image was performed 15 minutes after intravenous injection of 3.37 mCi Tc-99m pertechnetate. SPECT/CT was performed as well.

This study:

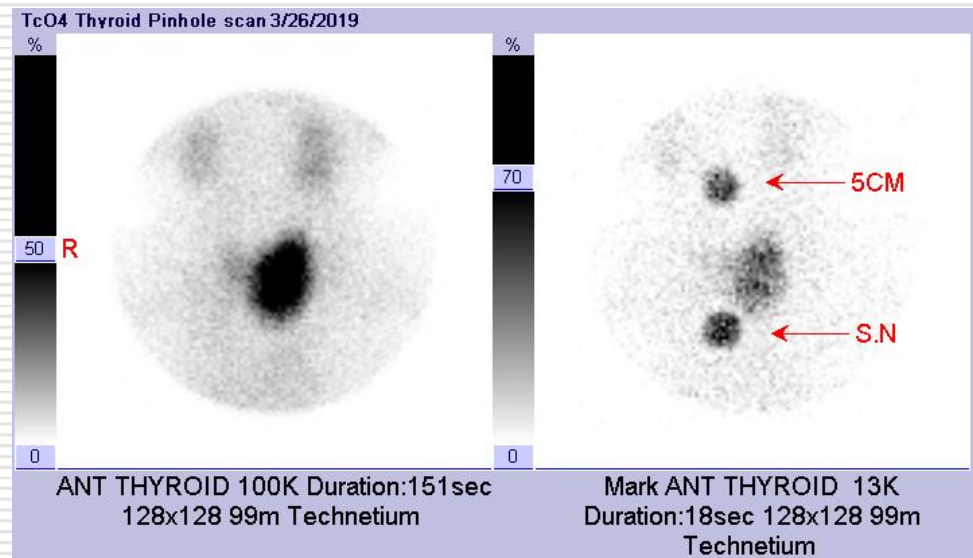
1. left thyroid mass with hot uptake, about 3 cm in size.
2. right thyroid nodule with hot uptake, about 1 cm.
3. absent uptake in other thyroid tissue.

It is our understanding that the 47 y/o woman has (1) hearing loss since childhood (2) suspicious nodular goiter.

Lab data: free T4= 1.19 ng/dl, HS-TSH= 0.022 uIU/ml, ATA <20.0 IU/ML, Tg= 134 ng/ml.

Impression: Autonomous nodular goiters is considered.

Case4



Tc-99m thyroid scan with pinhole image and SPECT/CT of neck was performed 15 minutes after intravenous injection of 3 mCi Tc-99m pertechnetate.

This study shows:

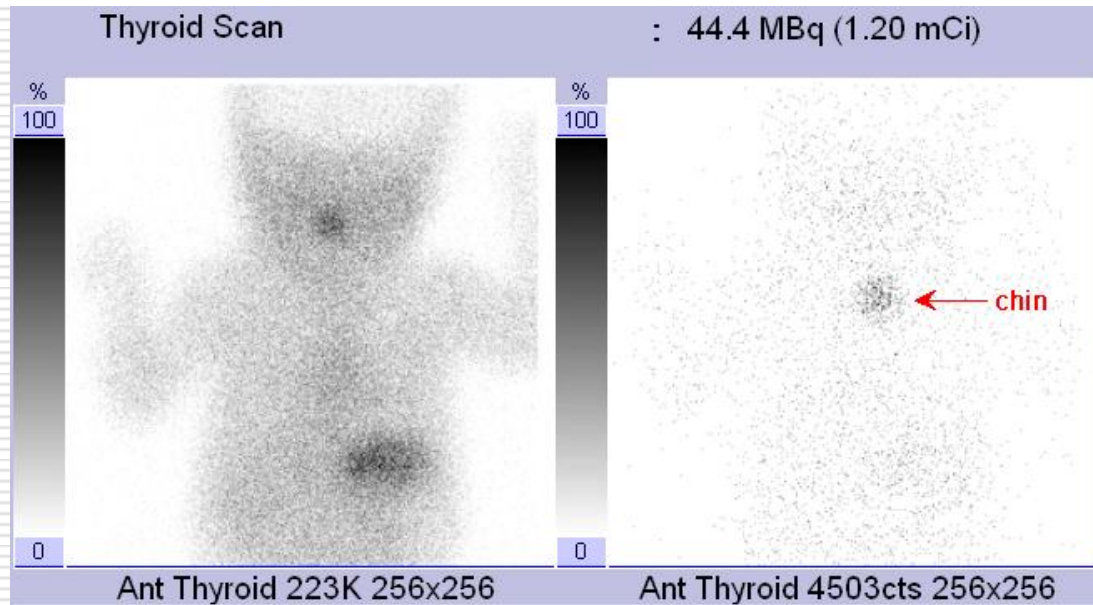
1. status post right subtotal thyroidectomy; mild uptake in the right thyroid bed.
2. left thyroid mass with hot uptake, about 2.5 cm in size.
3. mild uptake of intratracheal tumor on SPECT/CT.

It is our understanding that this 72 y/o woman has (1) suspect Goiter ? with recurrent enlargement and trachea compression s/p subtotal right thyroidectomy in 1969 and 2007 (2) intratracheal tumor growth and right thyroid remnant tumor.

Impression:

1. Compensated left thyroid hyperplasia is considered.
2. Right thyroid remnant with possible intratracheal compression. DDx: benign, malignant. Advise biopsy proof.

Case5



Tc-99m thyroid scan with pinhole image was performed 20 minutes after intravenous injection of 1 mCi Tc-99m pertechnetate. SPECT/CT was performed as well.

This study shows:

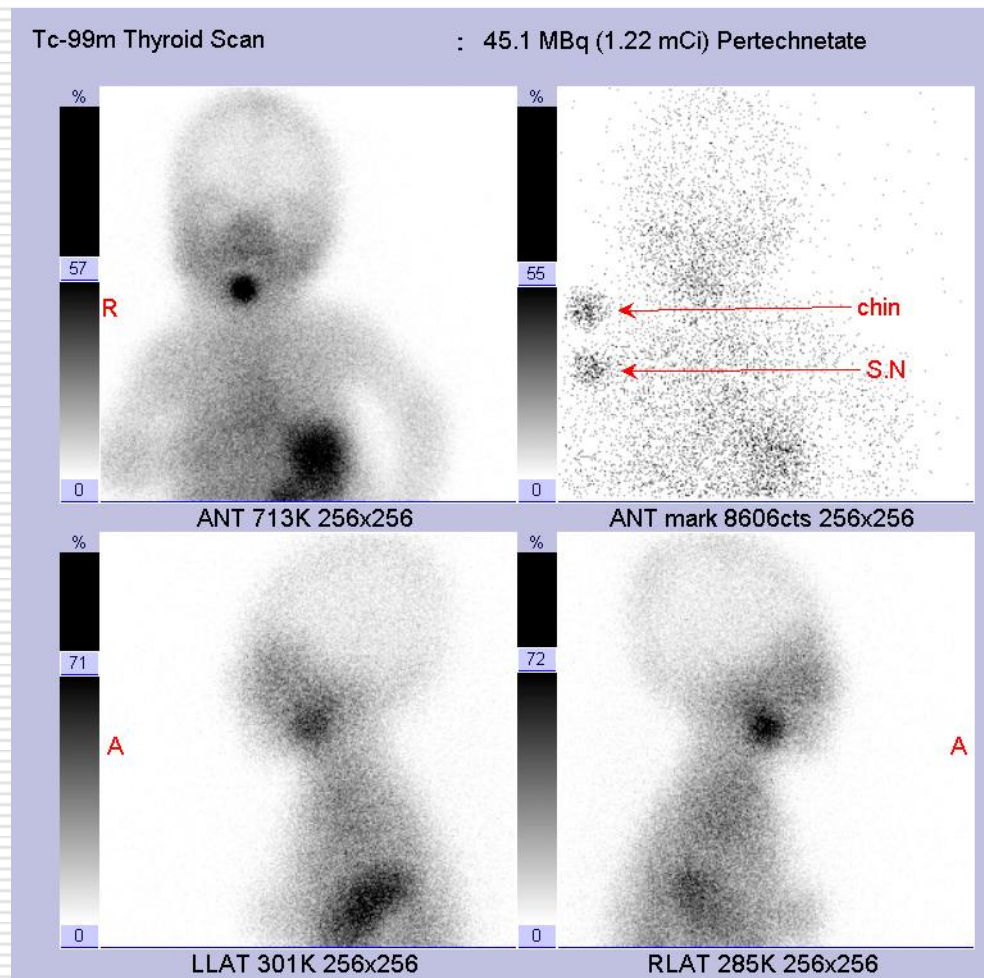
1. no uptake in neck.
2. focal uptake in tongue base.
3. physiological uptake in stomach.

It is our understanding that the 9 d/o male infant has congenital hypothyroidism. Sonography on 2018-12-18 showed no normal thyroid tissue in thyroid bed.

Lab data: T3= 65.0 ng/dL, T4 = 4.20 ug/dL, free T4= 0.743 ng/dL, HS-TSH >75.0 uIU/ml, ATA <20.0 IU/ML, anti-TPO Ab <10.0 IU/ML.

Impression: Ectopic thyroid tissue in tongue base is suspected.

Case6



Tc-99m thyroid scan was performed 20 minutes after intravenous injection of 1.2 mCi Tc-99m pertechnetate.

This study shows:

1. no functional thyroid tissue in bilateral thyroid beds.
2. **r/o ectopic thyroid tissue**, location uncertain, possibly at suprahyoid neck or tongue base.

It is our understanding that this 14 d/o baby has congenital hypothyroidism.

	機轉	特色
I	I-131 是口服後隨血液循環進入甲狀腺組織，再被活化後與甲狀腺蛋白結合而停留在甲狀腺	<ol style="list-style-type: none"> 1. I-131 進入人體後，大部分(35%~75%)在24小時內經由尿路排出體外，存留在體內的部分全部聚積在有功能的甲狀腺組織內。 2. 口服I-131，24小時後通過核醫顯像裝置獲得的體內放射性影像具有很高的特異性
$^{99m}\text{TcO}_4^-$	利用靜脈注射後因為其價電子之故而被甲狀腺吸收	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1965年Andros等人首先發現 2. Tc也能被甲狀腺組織攝取，故Tc-99m也可用於有功能的甲狀腺組織顯影 3. Tc-99m的半衰期較短(6.02hr)，故一般在口服後1~2小時或靜脈注射或注射後15分鐘進行顯像 4. Tc-99m在唾液腺、口腔、鼻咽腔、胃等的黏膜上皮細胞也有明顯的攝取和分泌，可使這些部位和胃明顯顯影 5. Tc-99m顯像的特異性不如I-131

	Tc-99m	I-131	I-123
放射線	γ	γ,β	γ
能量	140keV	364keV	159keV
半衰期	6hr	8day	13.2hr
功能	scan	Scan, treat	scan
給藥途徑	I.V	oral	I.V
吸收劑量	甲狀腺吸收劑量最小		全身吸收劑量最小

Q：進行核醫甲狀腺造影時，可於下列何處發現異位甲狀腺組織（ectopic thyroid tissue）？ [109-2-40]

A. 肝臟 B. 腦下垂體 C. 腎臟 D. 舌基部

Q：比較放射碘及 ^{99m}Tc -過鎔酸鹽用於甲狀腺檢查，下列何者正確？[104-1-38]

- A.前者受飲食及藥物中含碘成分影響，後者則無
- B.前者受身體TSH濃度影響，後者則無
- C.前者經腎臟及糞便排出體外，後者僅由腎臟排泄
- D.前者於甲狀腺中會被有機化（organification），後者則無

Q： ^{99m}Tc -pertechnetate 甲狀腺造影不如 ^{123}I -NaI 甲狀腺造影之處為何？[103-1-38]

- A. 影像解析度較差
- B. 無法評估捕捉 (trapping) 功能
- C. 無法評估有機化 (organification) 功能
- D. 甲狀腺承受較高輻射曝露

Q：比較 99mTc -過鎔酸鹽與 123I-NaI 甲狀腺掃描之相關敘述，下列何者錯誤？[103-2-29]

- A.前者呈現唾液腺吸收較明顯
- B.前者可在兩小時內完成
- C.前者於哺乳婦女檢查後至少需停止哺乳7天以上
- D.當受檢者最近曾接受含碘之顯影劑檢查，前者較後者更適用於甲狀腺之檢查

放射性核醫藥物	暫停哺餵母乳時間
Tc-99 類的腎功能與腎臟相關檢查	暫停 4 小時
其他 Tc-99 類檢查 (給予活度小於 20 毫居里)	暫停 12 ~ 18 小時
其他 Tc-99 類檢查 (給予活度在 20 毫居里以上)	暫停 24 ~ 48 小時
Ga-67 類相關檢查	停止哺乳三週
Tl-201 類相關檢查	停止哺乳三週
I-123 類相關檢查	暫停 21 ~ 27 小時
I-125 體內檢查 \ I-131 類相關檢查	停止哺乳
正子檢查: 使用 Rb-82 \ O-15 類的核醫藥物	避免檢查後立即親餵即可
正子檢查: 使用 C-11 \ N-13 \ F-18 類的核醫藥物	暫停 6 小時

註一：「暫停哺餵母乳時間」亦即此時間內產出的母乳不可餵食，可直接倒入馬桶沖掉。
註二：「暫停哺餵母乳時間」為建議值，與母體攝取效率、給予劑量、核醫藥物體內分佈特性有關，您若有相關疑問可向臨床專業人員諮詢。
註三：ARSAC 限制標準較嚴格是因為以限制新生兒由母乳中接受之輻射劑量少於 1 毫西弗為基準。

Q：通常Tc-99m甲狀腺掃描時，注射完多久後開始掃描？
[98-1-34]

A.1-5分鐘

B.10-20分鐘

C.30-60分鐘

D.3-4小時

Q：下列何者是最佳甲狀腺造影同位素藥物？[101-2-20]

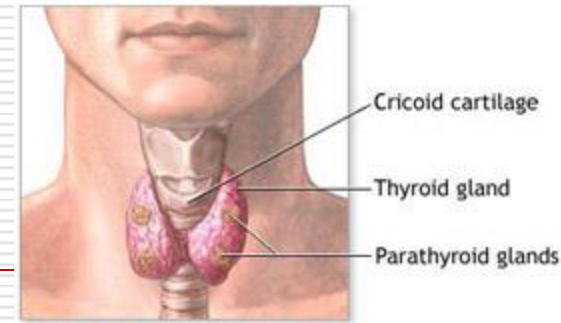
A. ^{99m}Tc -pertechnetate

B. ^{131}I -iodide

C. ^{125}I -iodide

D. ^{123}I -iodide

副甲狀腺



□ 解剖與生理：

1. 上下各兩個,共四個副甲狀腺，上副甲狀腺位於甲狀腺的後上方，下副甲狀腺位於左右甲狀腺的後下方。
2. 功能在合成、儲存、分泌**副甲狀腺素**
3. 生理機轉：
 - a.使骨骼中的破骨細胞增多，將 Ca^{2+} 釋入血中，使血鈣上升
 - b.促使Vit D活化，使小腸吸收 Ca^{2+}
 - c.促使腎小管對鈣的再吸收及再利用

□ 放射製劑：

1. Tc-99m pertechnetate / TL-201
2. Tc-99m MIBI

□ 副甲狀腺功能：升血鈣、降血磷

➤ 當腎臟功能差的時候，身體裡很多毒素會排不出去，其中，磷離子和鉀離子這兩個問題最大。隨著腎臟功能慢慢喪失，磷離子排出的越來越少，使得體內濃度慢慢累積上升，副甲狀腺為了降血磷濃度，就會造成副甲狀腺分泌增加。因此造成很多洗腎的患者，可能伴隨著副甲狀腺機能亢進。

□ 為什麼洗腎患者會副甲狀腺機能亢進？

- 1. 磷離子上升，刺激它
- 2. 鈣離子下降，刺激它
- 3. 活性維他命D減少，無法壓制它
- 4. 與鈣磷有關的荷爾蒙FGF-23上升

副甲狀腺 常見兩種檢查方式

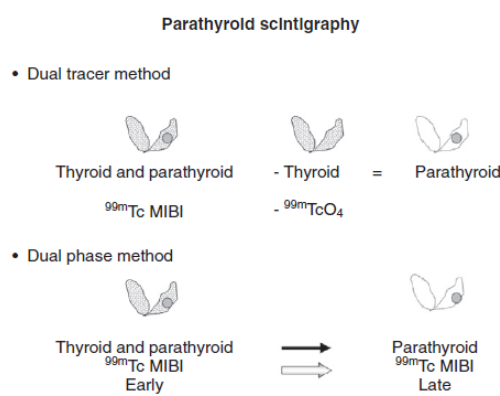


FIGURE 15-17 Schematic of Dual Phase procedure for parathyroid scintigraphy illustrating parathyroid adenoma localization by subtraction (*Dual Tracer*) and delayed imaging (*Dual Phase*) methods.

- | BOX 15-5 | Parathyroid Scintigraphy |
|----------|--|
| 1. | ^{99m}Tc -pertechnetate/ ^{99m}Tc -MIBI protocol: Place patient supine; stabilize neck if necessary. |
| 2. | Administer 4 to 6 mCi ^{99m}Tc -pertechnetate; use high-resolution collimator. |
| 3. | Acquire anterior image for 5 minutes, 20 minutes after injection (use electronic zoom to fill image field with thyroid). Some departments use dynamic acquisition (1-minute frames) to correct for motion. |
| 4. | With patient in same position, inject 20 to 25 mCi ^{99m}Tc -MIBI. |
| 5. | Acquire anterior image for 10 to 15 minutes, 5 minutes after injection. Use 1-minute frame if preferred. |
| 6. | Perform background subtraction for each image set; normalize background subtracted images. Many computer programs perform these maneuvers automatically. |
| 7. | Obtain nonzoomed image of anterior thorax to exclude ectopic location. |
| 8. | $^{123}\text{I}/^{99m}\text{Tc}$ -MIBI protocol: |
| a. | Administer 200 to 400 μCi of ^{123}I . Patient returns next day. |
| b. | Acquire ^{123}I anterior cervical image for 10 minutes. |
| c. | Repeat steps 4 through 7. |
| d. | Delayed imaging at 90 to 120 minutes after initial ^{99m}Tc -MIBI images. |
| e. | If SPECT or SPECT/CT desired, obtain at 60 to 90 minutes. |

➤ Dual tracer method

1) Tl-201/Tc-99m pertechnetate

① 原理機轉: 血流增加, 類似鉀離子之化性($\text{Na}^+ - \text{K}^+$ pump)。

Tl-201可被甲狀腺及不正常副甲狀腺攝取, 而 **$^{99m}\text{TcO}_4^-$** 可被正常甲狀腺攝取

② 掃描方法: 靜脈注射3mCi Tl-201, 5min 後進行掃描(Tl-201要先注射, 因能量較低)
靜脈注射6 mCi $^{99m}\text{TcO}_4^-$, 5-10min 後進行掃描, Tl-201 減 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 影像即可得到副甲狀腺影像

2) Tc-99m MIBI / $^{99m}\text{TcO}_4^-$

3) Tc-99m MIBI / ^{123}I

➤ Dual phase method

Tc-99m MIBI(2-methoxy-isobutyl-isonitril)

① 原理機轉: 可由甲狀腺和副甲狀腺吸收, 但在亢進的副甲狀腺因血流增加, 細胞內粒線體增加, 產生聚集現象, 排出較慢

② 掃描方法: 靜脈注射20mCi Tc-99m-MIBI, **10min** 後進行第一次掃描
2~4hr 後再進行第二次掃描

Parathyroid scan, 副甲狀腺造影

□ 檢查方式與範圍：

1. **Parathyroid scan (副甲狀腺造影)**:偵測副甲狀腺是否為引起血鈣異常升高及其他相關疾病的原因,例如:原發性副甲狀腺亢進、副甲狀腺腺瘤。
2. 檢查分成兩個階段,醫師問診後,由靜脈注入放射性藥物 **10 分鐘**後,立即進行全身及副甲狀腺的血池相造影。第一階段結束後我們會約定時間(約 **2 個小時**後)請您回來作第二階段的造影。等待的時間內,可以離開自由活動。
3. 第二個階段進行前,請先將小便解乾淨再開始全身及副甲狀腺延遲相的造影。每一階段照相的時間長短和需要照相的張數依據不同的病情而有所不同(約 **40 分鐘**)。
4. **作過副甲狀腺移植手術者必須加照移植部位。**

-
- 放射藥劑： ^{99m}Tc -MIBI 20mCi
 - Collimator：**LEAP & pinhole**
 - Energy window：140keV，15%
 - 注射藥物後10min收取early image、2hrs後收取delay image，影像包括全身、頸部靜態及針孔放大影像，針孔影像標示SN及上5cm的相對位置。作過副甲狀腺移植手術者必須加照移植部位。

 - Static：matrix size 256X256，1000K
 - pinhole：matrix size 128X128，100K

臨床判讀

□ 正常副甲狀腺

1. Tl-201 減Tc-99m 影像不見剩餘Tl-201 放射活性
2. Tc-99m MIBI 晚期像不見剩餘放射活性

□ 副甲狀腺腫瘤增生

1. Tl-201 減Tc-99m 影像可見剩餘Tl-201 活性，副甲狀腺功能亢進
2. Tc-99m MIBI 晚期像可見剩餘Tc-99m MIBI 放射活性

□ 異位性副甲狀腺

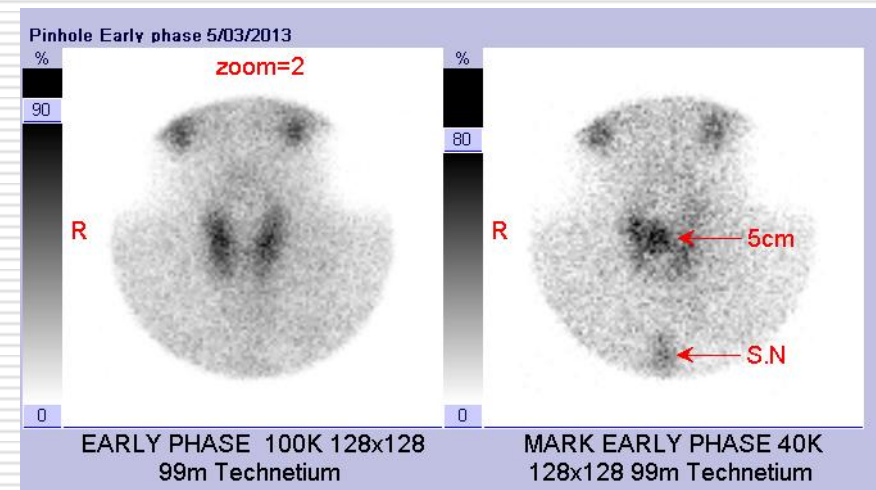
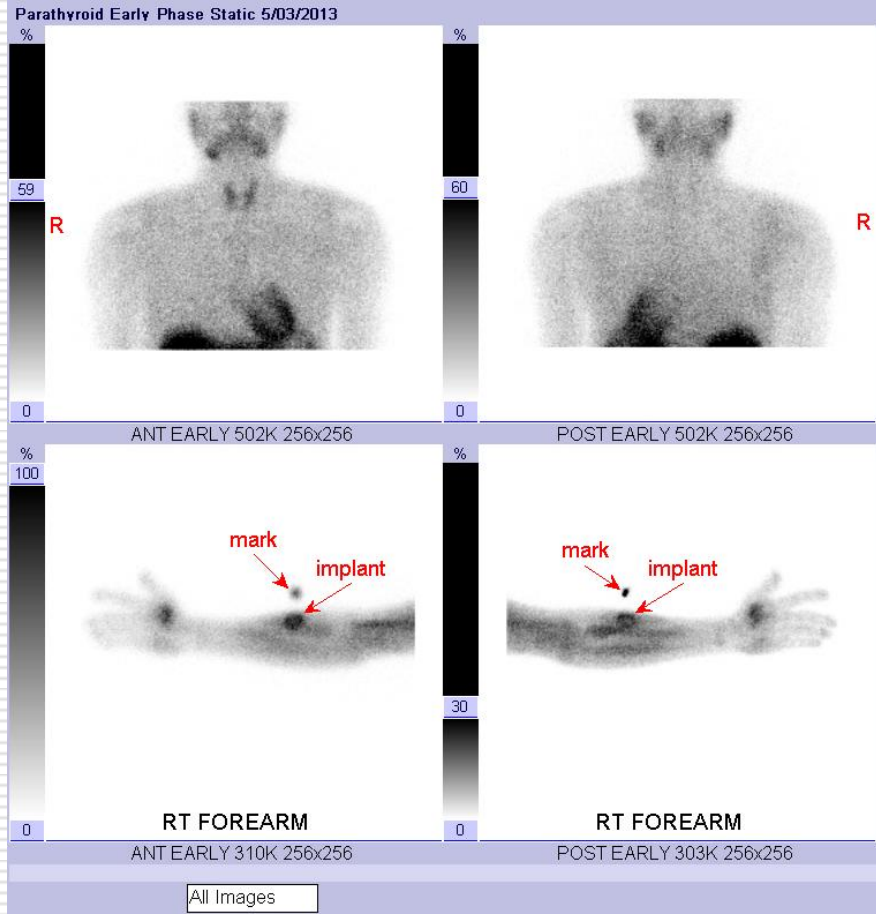
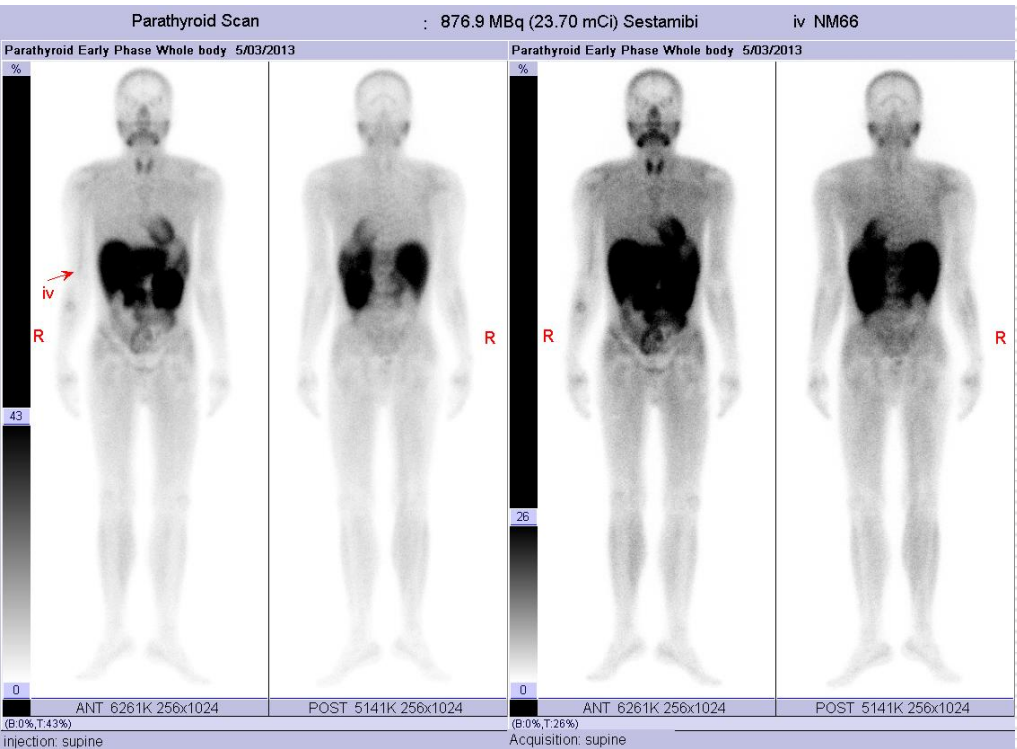
可在胸部、上頸部或其他位置見到Tl-201 或Tc-99m MIBI 放射活性

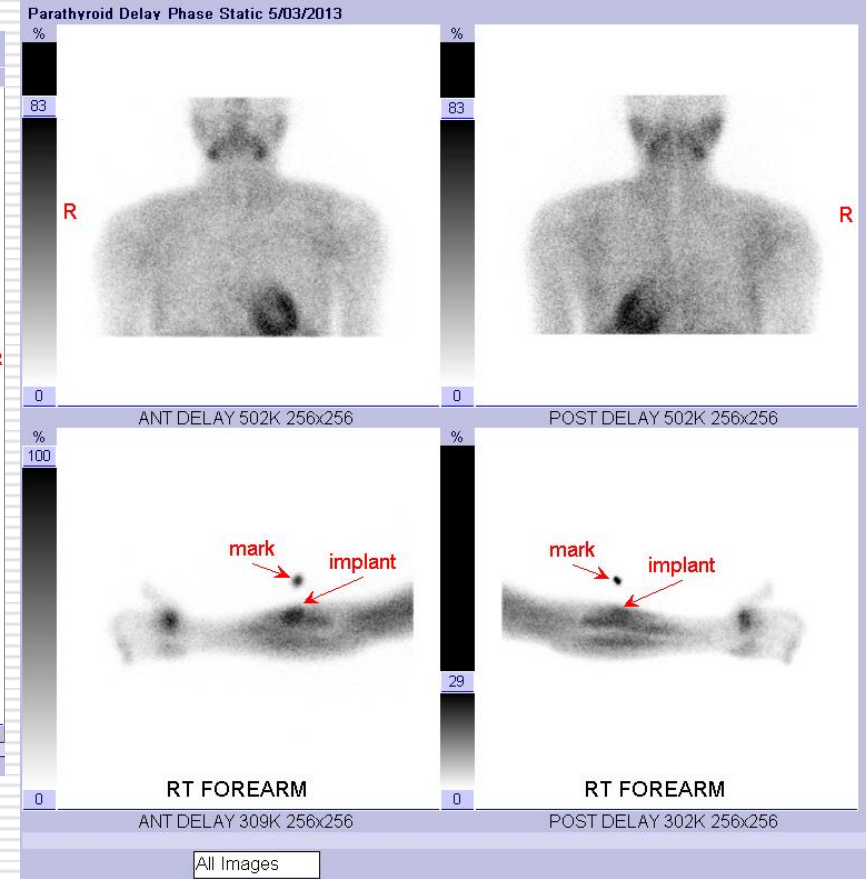
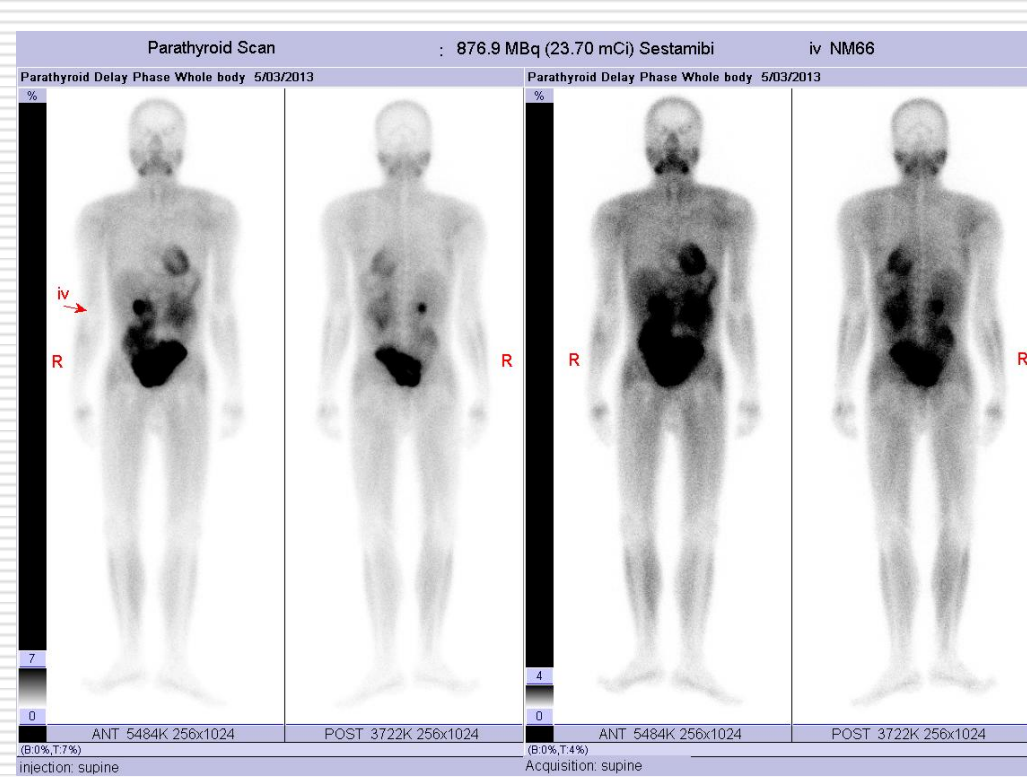
□ 分泌失調

過高:血鈣上升,全身性纖維性骨炎,骨質疏鬆,骨頭中空,容易骨折

過低:肌肉筋癱,使骨生長不良, Vit D 不足,造成Ricket disease

Case 1





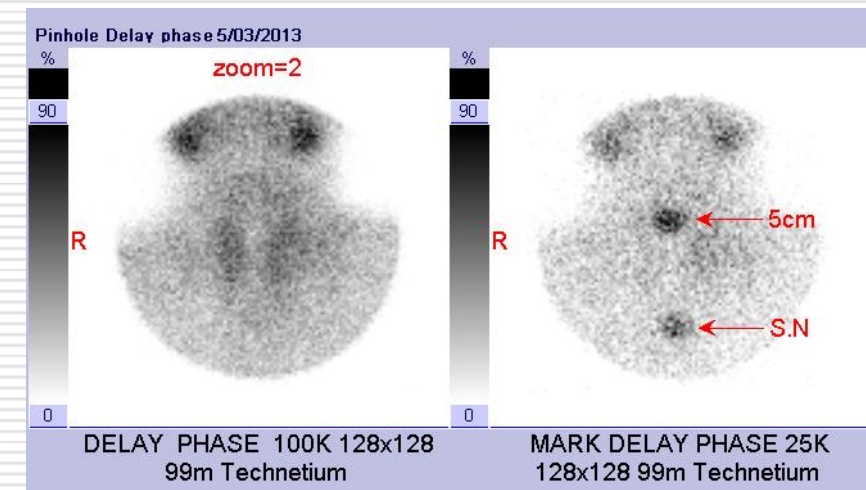
Parathyroid scan with whole body, planar and pinhole images was performed at 5 minutes (early) and 2 hours (delayed) after intravenous injection of 23.7 mCi Tc-99m sestamibi.

This study shows:

1. persistent focal uptake in the implant site.
2. no focal uptake with fair wash-out in each thyroid bed.

It is our understanding that the 33 y/o man has secondary hyperparathyroidism s/p total parathyroidectomy and autoimplantation in right forearm.
(iPTH=1555 pg/mL (2012-12-21), Ca: 10.4 mg/dL (2013-02-21))

Impression: The implanted parathyroid in right forearm is hyperfunctioning.



Case2

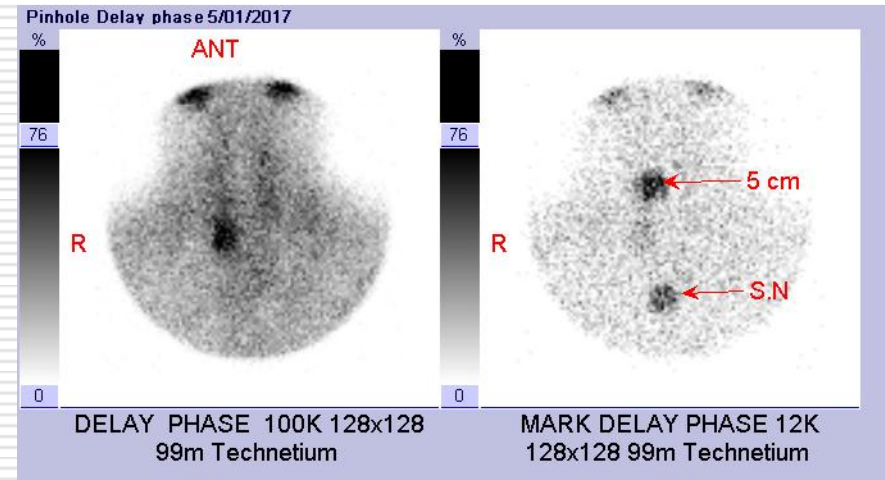
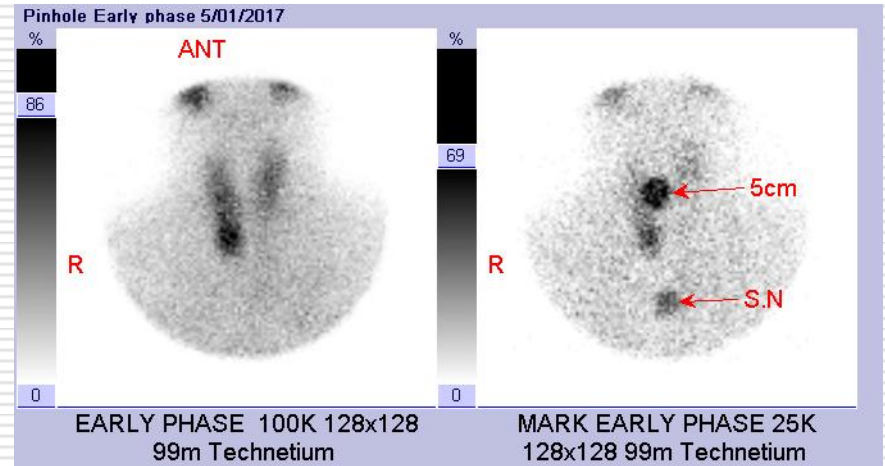
Parathyroid scan with whole body, planar and pinhole images was performed at 5 minutes (early) and 2 hours (delayed) after intravenous injection of 22.0 mCi Tc-99m sestamibi.

This study shows:

1. persistent focal uptake in right lower thyroid lobe.
2. no definite abnormal uptake elsewhere.

It is our understanding that this 29 y/o woman has (1) recurrent bilateral renal stones (2) elevation of serum calcium (6.97 mg/dl; normal range 4.52-5.28 mg/dl) and **r/o parathyroid adenoma** in right lower neck (2017-04-26 SONO) at other hospital.

Impression: Hyperfunctional parathyroid adenoma in right lower thyroid lobe is considered.



Case3

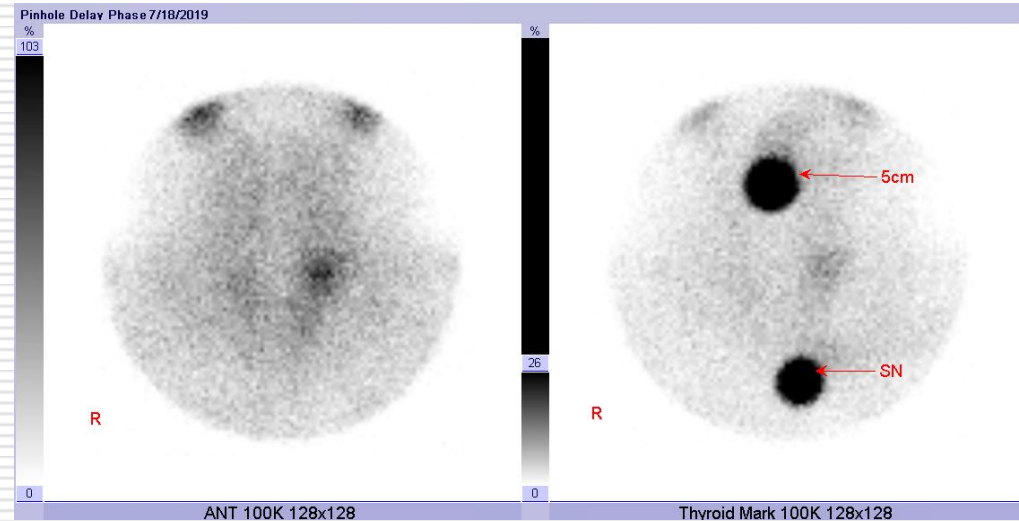
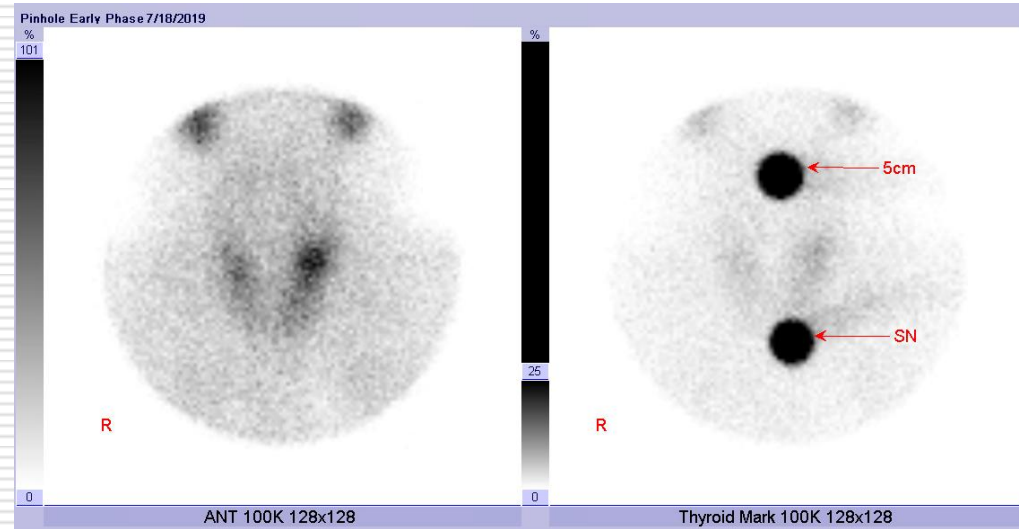
Parathyroid scan with whole body, planar and pinhole images was performed at 5 minutes (early) and 2 hours (delayed) after intravenous injection of 21.2 mCi Tc-99m MIBI.

This study shows:

1. persistent focal hot uptake in upper zone of left thyroid bed.
2. no abnormal uptake at autoimplantation site.

It is our understanding that this 58 y/o male has (1) bilateral RCC, s/p NxUx on 2014-03-14 (2) ESRD under H/D (3) 2nd hyperparathyroidism, s/p total parathyroidectomy*4 + autoimplantation. This time, recurrence hyperparathyroidism is noted.

Impression: Hyperfunctional parathyroid lesion in upper zone of left thyroid bed is considered.



Case4

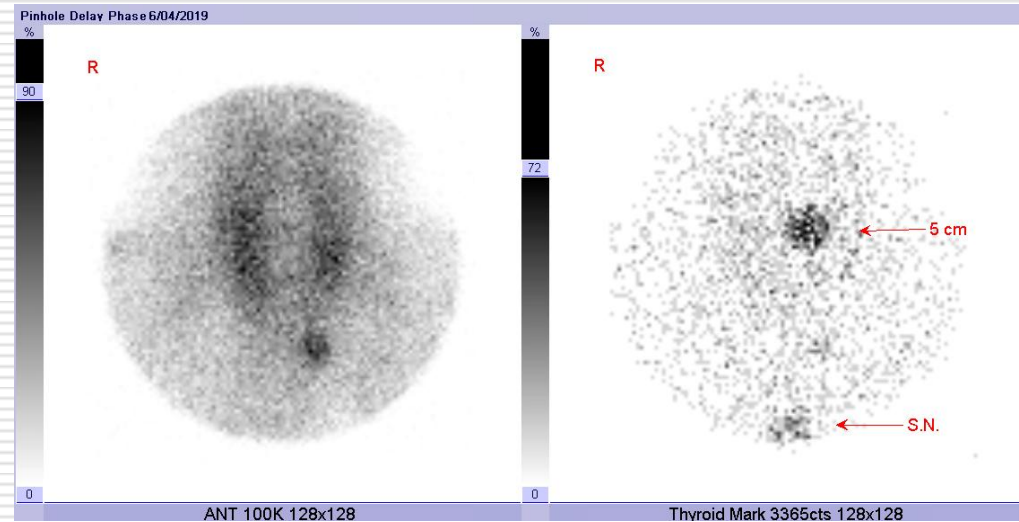
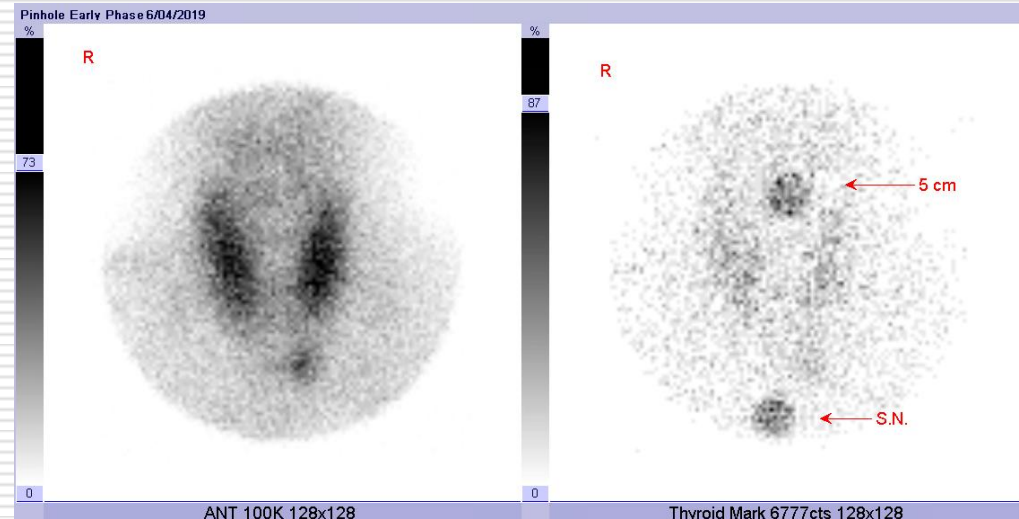
Parathyroid scan with whole body, planar and pinhole images was performed at 5 minutes (early) and 2 hours (delayed) after intravenous injection of 20 mCi Tc-99m sestamibi. SPECT/CT was performed between early phase and delayed phase.

This study shows

1. persistent focal uptake in left lower neck, coregistrated to a 0.8 cm nodule on SPECT/CT.
2. normal appearance of size in both thyroid lobes.

It is our understanding that the 46 y/o man has hypercalcemia and high PTH. Lab data on 2019-06-04: Ca= 9.7 mg/dL, IP= 2.9 mg/dL and iPTH = 141.2 pg/mL.

Impression: An ectopic parathyroid gland in left lower neck is favored.



Case 5

Parathyroid scan with whole body, planar and pinhole images was performed at 5 minutes (early) and 2 hours (delayed) after intravenous injection of 20.1 mCi Tc-99m sestamibi.

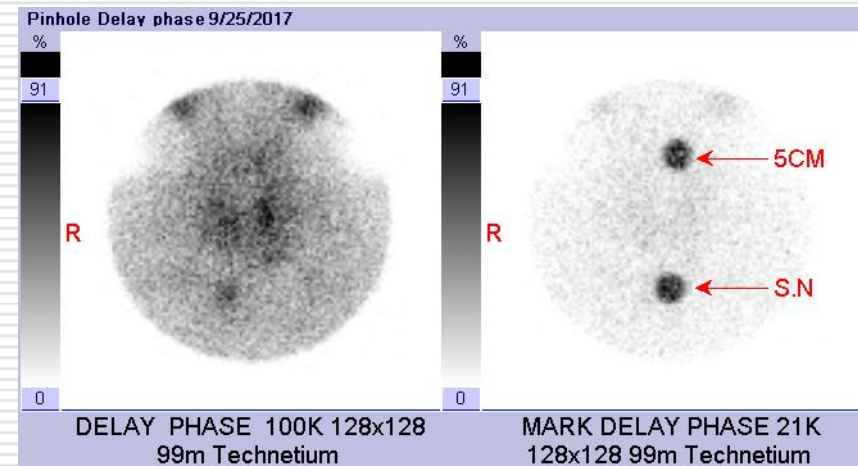
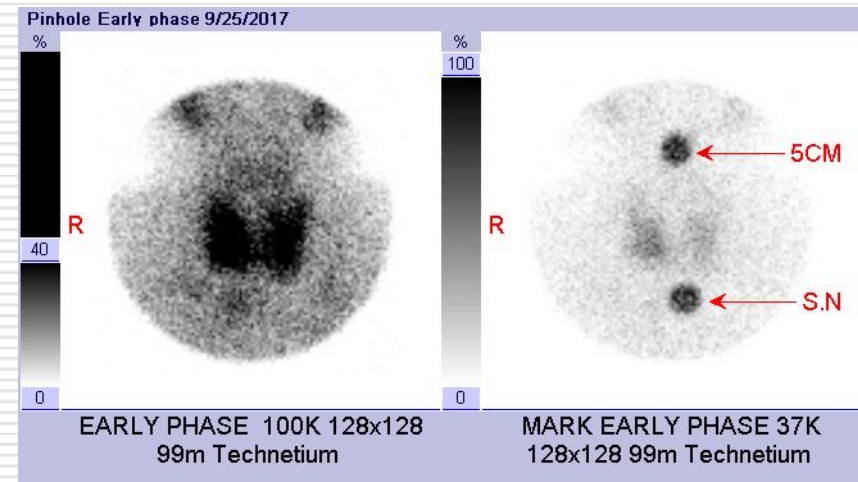
This study shows:

1. persistent focal uptake in right lower neck, below right thyroid level, probably in superior mediastinum.
2. homogeneous uptake in left thyroid with delayed washout in its upper part.
3. relative more uptake in right thyroid without delayed washout.

It is our understanding that the 63 y/o man has (1) ESRD under H/D (2) tertiary hyperparathyroidism. Lab data (2017-08-25): i-PTH: 1042 pg/ml, Ca = 9.1 mg/dL, IP = 4.4 mg/dL. SONO (2017-07-18): (1) enlargement of bilateral parathyroid glands (~ 2.4 cm), favor parathyroid hyperplasia (2) multiple heterogenous hypoechogenic nodules (0.2-0.8 cm) within both lobes of thyroid, mostly multinodular goiter.

Impression:

1. Ectopic parathyroid adenoma in right lower neck / superior mediastinum is considered.
2. Parathyroid hyperplasia in left upper thyroid bed is suspected.



Q：下列何種放射藥物會同時被甲狀腺腺瘤與副甲狀腺腺瘤攝取？[108-2-8]

A. ^{131}I -NaI

B. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi

C. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertechnetate

D. ^{123}I -IMP

Q：注射 ^{99m}Tc -MIBI後2~3小時所進行的延遲相造影，相較於早期影像下列敘述何者正確？[108-1-42]

- A. 於正常人之甲狀腺顯現放射活性高（hot spot）影像，副甲狀腺則無放射活性（cold spot）影像
- B. 於正常人之甲狀腺、副甲狀腺均會顯現放射活性高（hot spot）影像
- C. 於副甲狀腺腺瘤病患，副甲狀腺瘤則無放射活性（cold spot）影像
- D. 於副甲狀腺腺瘤病患，副甲狀腺瘤顯現放射活性高（hot spot）影像

Q：下列何種組合不適用於偵測副甲狀腺瘤（parathyroid tumor）？[107-2-47]

- A. ^{99m}Tc -sestamibi / ^{123}I -NaI
- B. ^{201}Tl -TlCl / ^{123}I -NaI
- C. ^{67}Ga -citrate / ^{123}I -NaI
- D. ^{201}Tl -TlCl / ^{99m}Tc -pertechnetate

Q：下列何種放射藥物與副甲狀腺造影檢查無關？[107-1-6]

A. ^{123}I -NaI

B. $^{99\text{m}}\text{Tc}^{5+}$ -DMSA

C. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi

D. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertechnetate

Q：副甲狀腺腺瘤進行 ^{99m}Tc -sestamibi檢查時，在10分鐘及2小時影像的典型表現分別為何？[103-1-42]

- A. 呈現冷區；與週邊組織呈現相對熱區
- B. 呈現冷區；呈現冷區
- C. 呈現熱區；與週邊組織呈現相對熱區
- D. 呈現熱區；呈現冷區

Q：下列何項是常用digital subtraction副甲狀腺造影的程序？ [98-2-36]

- A. 先注射 $^{201}\text{TlCl}$ 造影後，再注射 $\text{Na}^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ ，接著造影
- B. 先注射 $\text{Na}^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ 造影後，再注射 $^{201}\text{TlCl}$ ，接著造影
- C. 同時注射 $\text{Na}^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ 以及 $^{201}\text{TlCl}$ ，先 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 造影然後再 ^{201}Tl 造影
- D. 同時注射 $\text{Na}^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ 以及 $^{201}\text{TlCl}$ ，同時造影

Q：病人分別注射3 mCi 的 $^{201}\text{Tl-TlCl}$ 和5 mCi的 $^{99\text{m}}\text{Tc-pertechnetate}$ ，並使用針孔準直儀分別進行影像擷取，當 $^{201}\text{Tl-TlCl}$ 影像減去 $^{99\text{m}}\text{Tc-pertechnetate}$ 影像，剩餘的活度為下列何種組織之影像？ [111-2-45]

- A. 甲狀腺
- B. 副甲狀腺
- C. 唾液腺
- D. 頷下腺

Q：有關副甲狀腺雙同位素製劑相減影像法的敘述，下列何者正確？ [110-1-42]

- A. $^{123}\text{I-NaI}$ 影像扣除 $^{99\text{m}}\text{Tc-pertechnetate}$ 影像
- B. $^{99\text{m}}\text{Tc-pertechnetate}$ 影像扣除 $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ 影像
- C. $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ 影像扣除 $^{123}\text{I-NaI}$ 影像
- D. $^{99\text{m}}\text{Tc-pertechnetate}$ 影像扣除 $^{131}\text{I-NaI}$ 影像

Q：以Tc-99m MIBI 雙相掃描（dual phases scanning）來偵測副甲狀腺腫瘤時，其早期影像（early phase image）一般都在注射藥物後多久進行？[97-2-34]

- A. 5-15 分鐘
- B. 30-45 分鐘
- C. 60-75 分鐘
- D. 90-100 分鐘

Thank you!!
